

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Ověření účinnosti různých metod zapravování betonu po jádrových
vývrtech

Testing various methods of filling core holes in concrete

Student:

Jozef Knapec

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. David Bujdoš

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavebních hmot a hornického stavitelství

Zadání bakalářské práce

Student: **Jozef Knapec**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3647R019 Stavební hmoty a diagnostika staveb
Téma: **Ověření účinnosti různých metod zapravování betonu po jádrových
vývrtech**
Testing various methods of filling core holes in concrete

Zásady pro vypracování:

Bakalářskou práci vypracujte dle zadané osnovy:

1. Úvod.
2. Popis problematiky jádrových vývrtů v železobetonových konstrukcích.
3. Volba vhodných zkušebních metod a vhodných typů zkušebních těles.
4. Výroba zkušebních těles pro jádrové vývrty.
5. Experimentální část zaměřená na zaplňování jádrových vývrtů a jejich zkoušení z hlediska soudržnosti výplňového materiálu s okolním betonem.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČSN EN 1504 - Výrobky a systémy pro ochranu a oprav betonových konstrukcí - definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody, Český normalizační institut, 2006
- [2] Drochytka, R., Dohnálek, J., Bydžovský, J., Pumpr, V., Dufka, A., Dohnálek, P., Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí, Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, Blansko, 2012, 265 s., ISBN 978-80-260-2210-7
- [3] Dohnálek, J., Bilčík, J., Sanace betonových konstrukcí, Jaga group, v. o. s., Bratislava, 2003, 151 s., ISBN 80-88905-24-9
- [4] Pytlík, P., Technologie betonu, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 2000, 390 s., ISBN 80-214-1647-5


Další literární zdroje na základně provedené rešerše (např. časopis Beton TKS, sborníky konferencí, české technické normy a jiné)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

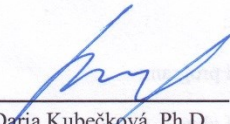
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Bujdoš**

Datum zadání: 31.10.2013

Datum odevzdání: 05.05.2014


Ing. Libor Židek
vedoucí katedry




prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
děkanka fakulty

Prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu vrátane príloh vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru.

V Ostrave

.....

podpis študenta

Prehlasujem, že:

- som bol oboznámený s tým, že na moju bakalársku prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, najmä § 35 – použitie diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školských predstavení a použitia diela školského a § 60 – školské dielo
- beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (ďalej len VŠB-TUO) má právo nezárobkovo ku svojej vnútornej potrebe bakalársku prácu použiť (§ 35 odst.3).
- súhlasím s tým, že jeden výtlačok bakalárskej práce bude uložený v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k prezenčnému nahliadnutiu. Súhlasím s tým, že údaje o bakalárskej práci budú zverejnené v informačnom systéme VŠB-TUO.
- bolo zjednané, že s VŠB-TUO, v prípade záujmu z jej strany, uzavriem licenčnú zmluvu s oprávnením použiť toto dielo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bolo zjednané, že použiť svoje dielo – bakalársku prácu alebo poskytnutie licencií k jej využitiu môžem len so súhlasom VŠB-TUO, ktorá je oprávnená v takomto prípade odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB-TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do jej skutočnej výšky)
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o zmene a doplnenia ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov, bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Ostrave

Anotácia

Jadrové vývrty predstavujú jednu z najčastejších deštruktívnych metód diagnostiky betónových konštrukcií. Táto metóda nám umožňuje získavanie radu poznatkov o danej diagnostikovanej konštrukcii. Rovnako sa deštruktívne metódy používajú na kalibráciu prístrojov na nedeštruktívne meranie pri diagnostikovaní. Norma, ako aj technické podmienky SSBK III (ktoré vznikli ako výsledok riešenia výskumných projektov), uvádza spôsob odberu, určenie vhodného priemeru vývrtu apod. Tieto poznatky ale neuvádzajú spôsob zapravenia vzniknutých otvorov po prevedení diagnostiky.

Táto bakalárska práca sa zaoberá hodnotením vplyvu zapravených otvorov na kvalitu danej konštrukcie. Pri snahe simulovať reálne prostredie sme vyrobené skúšobné vzorky podmienili skúškam, ktoré reálne môžu pôsobiť na betónovú konštrukciu. V práci sa zaoberáme základnými poznatkami zo zaplňovania vzniknutých otvorov používaných v laboratóriu stavebných hmôt na Fakulte stavebnej, Vysokej školy banskej – Technickej univerzite Ostrava.

Kľúčové slová: diagnostika, jadrový vývrt, vzorka, skúška, betón

Anotation

Core holes represent one of the most used destructive methods of concrete structure diagnostics. This method allows us getting a lot of information about diagnosed construction. Destructive methods are also used for calibration of instruments for non-destructive measurement in diagnostics. Norm and technical conditions SSBK III (which were founded as a result of research projects) define the way of collection, setting up the right diameter of holes etc. But this knowledge do not contain the ways of fillment of created holes after diagnostics.

This bachelor thesis is focused on evaluating the influence of filled holes to the concrete construction quality. During the simulation of real environment we tested the samples which could influence the concrete construction in reality. We are focusing on basic knowledge of filling created holes used in the laboratory of constructing materials in Faculty of Civil engineering – Technical university of Ostrava.

keywords: diagnosis, core hole, sample, test, concrete

Obsah bakalárskej práce

Zoznam použitého značenia	9
1. Úvod	10
2. Problematika železobetónových konštrukcií.....	11
2.1 Degradácia betónu	12
2.1.1 Korózia I. druhu.....	14
2.1.2 Korózia II. druhu	15
2.1.3 Korózia III. druhu	16
2.1.4 Mikrobiologické vplyvy	17
2.1.5 Korózia minerálnymi tukmi a olejmi.....	17
2.1.6 Alkalicko-kremičitá reakcia kameniva	18
2.2 Diagnostické metódy	20
2.2.1 Nedeštruktívne metódy	20
2.2.2 Deštruktívne metódy.....	20
3. Výber skúšobných metód.....	21
3.1 Pevnosť betónu v tlaku	21
3.2 Pevnosť v priečnom ťahu.....	22
3.3 Ultrazvuková impulzná metóda	23
3.4 Odolnosť cementového betónu proti pôsobeniu vody a CHRL	24
3.5 Priesak tlakovou vodou.....	26
3.6 Stanovenie nasiakavosti betónu	27
4. Výroba telies.....	29
4.1 Popis receptúry	29
4.2 Skúšky čerstvej betónovej zmesi	29
4.2.1 Skúška sadnutia kužeľa	30
4.2.2 Stanovenie obsahu vzduchu.....	31

4.2.3	Stanovenie objemovej hmotnosti.....	31
4.3	Overenie pevnosti skúšobných telies.....	31
4.4	Vyvrtanie telies a zatlačanie betónu (po 28 dňoch).....	33
4.4.1	Popis vŕtacej sústavy.....	34
4.4.1.1	Prvá experimentálna skúška s priemerom vrtáku 100 mm.....	35
4.4.1.2	Druhá experimentálna skúška s priemerom vrtáku 70 mm.....	36
4.4.1.3	Tretia experimentálna skúška s priemerom vrtáku 100 mm.....	37
4.4.2	Vybrané metódy zapravenia jadrových vývrtov.....	38
4.4.3	Príprava zmesí na vyplnenie vývrtov.....	40
4.4.4	Popis zatlačania betónovej zmesi.....	41
4.4.5	Uloženie vzoriek.....	42
5.	Skúšanie vytvorených telies.....	44
5.1	Vyhodnotenie ultrazvukovej impulznej metódy.....	44
5.2	Vyhodnotenie skúšky odolnosti betónu proti pôsobeniu vody a CHRL.....	45
5.3	Vyhodnotenie skúšky priesaku tlakovou vodou.....	49
5.4	Vyhodnotenie nasiakavosti betónu.....	51
5.5	Vizuálne vyhodnotenie skúšobných vzoriek.....	52
6.	Záver.....	58
7.	PodĎakovanie.....	60
8.	Zoznam použitých prameňov.....	61
9.	Prílohy.....	66

Zoznam použitého značenia

A	Veľkosť skúšobného povrchu [m ²]
A _c	Prierezová plocha skúšobného telesa [mm ²]
d	Zvolený priečny rozmer telesa [mm]
D	Objemová hmotnosť čerstvého betónu [kg/m ³]
F	Maximálne zaťaženie pri porušení [N]
f _c	Pevnosť v tlaku [MPa]
f _{ct}	Pevnosť v priečnom ťahu [MPa]
k _n	Súčiniteľ pre stanovenie 5% kvantilu
L	Dĺžka dotykovej priamky telesa [mm]
m ₁	Hmotnosť prázdnej nádoby [kg]
m ₂	Hmotnosť naplnenej nádoby [kg]
m _x	Priemerná pevnosť [MPa]
Σm	Súčet všetkých hmotností odpadov od prvého po n-tý cyklus [g]
V	Objem nádoby [m ³]
V _x	Variačný koeficient
X _k	Charakteristická pevnosť [MPa]
ρ _a	Odolnosť betónového povrchu [g/m ²]

1. Úvod

Jadrové vŕtanie je jedna z bežných deštruktívnych metód, ktorá sa používa na diagnostiku betónových konštrukcií. Norma ČSN EN 12504-1 Skúšanie betónu v konštrukciách – Časť 1: Vývrty – Odber, vyšetrenie a skúšanie v tlaku, síce stanovuje kritéria na miesto prevedeného vývrty, jeho priemer a dĺžku, ale nezaoberá sa vplyvom vzniknutého otvoru na diagnostikovanú konštrukciu resp. jeho správnym zaplnením. Z tohto dôvodu je cieľom tejto práce priniesť poznatky, ohľadom kvality zaplňovania otvorov vzniknutých po prevedení jadrových vývrtov na danej konštrukcii.

Táto práca sa zaoberá základnými poznatkami zo zaplňovania vzniknutých otvorov používané v laboratóriu stavebných hmôt na Fakulte stavebnej (ďalej len FAST) Vysoké školy banskej - Technickej univerzite Ostrava (ďalej len VŠB-TUO). Pri použití rôznych metód zaplňovania vzniknutých otvorov, bolo pomocou rôznych skúšobných metód vyhodnocované chovanie sa daných skúšobných vzoriek. Inak povedané, prevedené vývrty simulujú stav, kedy dôjde k diagnostickej prehliadke, ale následne nie je sanácia na danej konštrukcii prevedená. Skúšky, ktorým boli skúšobne vzorky podmienené mali stanoviť, či v takomto prípade nemôžu dané vývrty ovplyvniť kvalitu konštrukcie a zhoršiť jej stav.

Keďže sa jedná o deštruktívnu metódu, dochádza k zásahu do konštrukcie a to nesie so sebou veľa rizík, ktorým je potreba venovať pozornosť. Pozícia odberu jadrového vývrty musí byť zvolená tak, aby nedošlo k ohrozeniu stability posudzovanej konštrukcie resp. prvku. Odobraté jadrové vývrty sa musia po diagnostickej prehliadke zaplniť odpovedajúcim spôsobom. Zaplnenie musí byť prevedené tak, aby nedochádzalo k prúdeniu korózných médií do vnútra konštrukcie a nebola tak ohrozená štruktúra betónu a životnosť výstuže. Dôležitým faktorom je, že vyplnený jadrový vývrt už neprenáša v danej konštrukcii napätie, pretože nie je zaplnením predopnutý a slúži iba ako výplň vzniknutého otvoru po jadrovom vývrte.

Celkovo je práca rozdelená do dvoch častí. Prvá časť obsahuje obecné teoretické informácie o diagnostických metódach a popisu jednotlivých prevedených skúšok. Druhá časť je praktická, zaoberá sa výrobou skúšobných telies, ich vyvŕtaním, zaplňovaním a následným skúšaním.

2. Problematika železobetónových konštrukcií

Betón je kompozitná látka vznikajúca stvrdnutím zmesi jeho základných zložiek, a to cementu ako najčastejšie požívaného spojiva, kameniva (piesku, štrku, drviny) ako plniva a vody. Vlastnosti betónu sú primárne ovplyvňované skladbou a pomerom miešania jeho základných zložiek. Zvláštnych vlastností betónu je možné dosiahnuť pridaním vhodných prísad a prímiesí za účelom pozitívneho ovplyvnenia jeho počiatočných vlastností (spracovateľnosti a času tuhnutia) i konečných vlastností (pevnosť, modul pružnosti, odolnosť a trvanlivosť). Sekundárne ovplyvňujú vlastnosti betónu účinky okolitého prostredia (napr. vlhkosť, teplota, agresívne činitele). Preto sú niektoré vlastnosti stvrdnutého betónu v čase čiastočne premenné. [15]

Čerstvý betón musí byť navrhnutý a vyrobený tak, aby po vytvrdnutí spĺňal projektové požiadavky, ale súčasne musí umožniť aj optimálny priebeh výrobného procesu konštrukcie. Požiadavky na betón vyplývajú z funkcie, ktorú bude betónová konštrukcia na stavebnom objekte plniť, a z vlastností prostredia, ktorému musí počas životnosti odolávať.

Požiadavky na odolnosť hotovej konštrukcie počas celej jej životnosti voči fyzikálnym vplyvom (napr. vlhkosti, rozmrazovaniu a zmrazovaniu) a chemickým vplyvom (napr. odolnosť proti chloridom, agresívnym vodám) sa definujú v projekte stavby určením stupňa vplyvu prostredia (viac tabuľka č. 1 Stupne vplyvu prostredia). Bližšie špecifikácie sú uvedené v norme ČSN EN 206-1 Betón – Časť 1: Špecifikácie, vlastnosti, výroba a zhoda. [2, 14]

Tabuľka č. 1 Stupne vplyvu prostredia [14]

Označenie stupňa		Klasifikácia prostredia
X0	X0	Bez nebezpečia korózie alebo porušenia
XC	XC1, XC2, XC3, XC4	Korózia vplyvom karbonatácie
XD	XD1, XD2, XD3	Korózia vplyvom chloridov, nie z morskej vody
XS	XS1, XS2, XS3	Korózia vplyvom chloridov z morskej vody
XF	XF1, XF2, XF3, XF4	Striedavé pôsobenie mrazu a rozmrazovania
XA	XA1, XA2, XA3	Korózia vplyvom chemického pôsobenia

Zatriedenie betónového prvku do niektorého stupňa vplyvu prostredia ovplyvňuje hrúbku krycej vrstvy betónu. Pri návrhu zloženia čerstvého betónu sa podľa neho volí vhodný druh cementu, jeho minimálny obsah a tiež maximálny vodný súčiniteľ. Požiadavky na tieto parametre čerstvého betónu stanovuje norma ČSN EN 206-1 Betón – Časť 1: Špecifikácie, vlastnosti, výroba a zhoda. [2]

Pomocou projektu stavby vieme stanoviť akému prostrediu bude betónová konštrukcia vystavená. Určením stupňa vplyvu prostredia následne podmienime výrobu a vlastnosti samotnej betónovej konštrukcie. Často sa ale stáva, že prostredie na základe ktorého bola daná betónová konštrukcia vyrobená, sa počas životnosti betónovej konštrukcie zmení a tým dochádza k degradácii. Ďalším dôvodom degradácie vplyvom prostredia môže byť zmena užívania samotnej betónovej konštrukcie.

Typickým príkladom môže byť degradácie betónových ciest vplyvom posypového materiálu, v ktorom je prítomná soľ obsahujúca chloridové ióny. Jedná sa najmä o cesty, ktoré boli vybudované v čase, keď sa soľ ako posypový materiál nepoužívala, a tak pochopiteľne neobsahujú ochranný náter proti pôsobeniu chloridových iónov. Chloridové ióny penetrujú hlboko do betónu. Akumulujú sa zvyčajne okolo oceľových výstužových tyčí, čím poškodzujú ochranný film pri styku oceľ - betón. Za prítomnosti kyslíka a vlhkosti tak začína korózia. [18]

2.1 Degradácia betónu

Betón sa nechová vždy tak, ako by sme chceli. Medzi základné činitele, ktoré vplyvajú na trvanlivosť betónovej konštrukcie, patria agresivita obklopujúceho prostredia, odolnosť betónu a odolnosť betónovej konštrukcie. Účinky obklopujúceho prostredia môžu byť fyzikálneho, mechanického, biologického a chemického charakteru. V budovách sa jedná napríklad o pôsobenie vnútorného alebo vonkajšieho prostredia. Pri mostných konštrukciách je významné pôsobenie chloridov z posypových solí v kombinácii s pôsobením mrazu, vody a exhalátov. Všetky tieto environmentálne zaťaženia treba zohľadniť už v procese návrhu betónovej konštrukcie.

Degradáciu betónu môžu vyvolávať nielen vonkajšie agresívne vplyvy, ale aj nevhodné zloženie betónu. Škodlivé látky môžu byť obsiahnuté v zložkách betónu a pri nepriaznivých okolnostiach môžu viesť k rozpadu betónu. Príkladom degradačného

pôsobenia môže byť alkalicko–kremičitá reakcia, ku ktorej dochádza pri použití nevhodného kameniva obsahujúceho amorfný oxid kremičitý a cementu s vysokým obsahom alkálií. [17]

Technicko-ekonomické úlohy, opisujúce vývoj v čase, sú prepojené s degradáciou užívateľských funkcií pôvodného riešenia. Stavebné objekty degradujú vo svojej funkčnosti, výrobné technológie starnú a prežívajú sa. Preto je dôležité poznať časové rozloženie očakávaného priebehu degradácie – starnutia objektu. Určenie tempa degradácie môže upozorniť na chyby vzniknuté už pri výbere konštrukčných dielov technickej časti projektu. Stavebné objekty sa členia na:

- inžinierske stavby
- pozemné stavby

Mechanizmy vývoja porúch sú pri týchto stavbách rozdielne, ale v oboch prípadoch hlavnou príčinou vzniku degradácií je nepriaznivá vlhkosť a nedodržanie cyklickosti opravy a údržby stavebného objektu. [12]

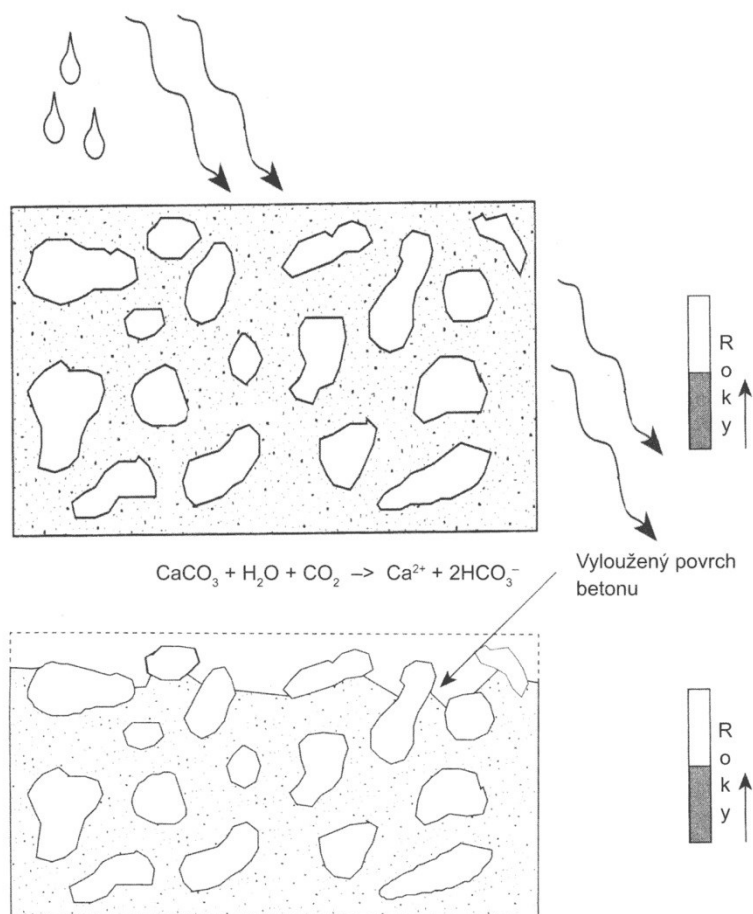
Tabuľka č. 2 Prehľad rôznych degradačných procesov a ich príčin [12]

Účinok	Príčina	Vyplýva z:
Priesaky	vada	návrhu, materiálu, výstavby, užívania
Sadanie	poškodenie	pret'aženia, rozliatia chemikálií, hygroskopických látok, agresívnych vôd, zemetrasenia, požiaru, chemickej exhalovanej atmosféry
Prehyb		
Opotrebenie		
Odlupovanie		
Rozpad		
Trhlinky	narušenie	opakovaného namrzania, erózie, korózie kovu, reakcie alkália-kamenivo, napadania síranmi, vápenatého a horečnatého rozpínanie
Vrstevnaté odlučovanie		
Praskanie		

2.1.1 Korózia I. druhu

Do korózie I. druhu patria mäkké tzv. hladné vody, ktoré majú malú prechodnú i trvalú tvrdosť. Hladné vody spočiatku rýchlo vylúhujú $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ktorý sa nachádza v betóne a je dobre rozpustný vo vode (približne 1,7 g/l). Neskôr pomalšie dochádza k rozkladu zhydratovaných kremičitanov a hlinitanov. Táto skutočnosť vedie k poklesu pH, čo nepriaznivo vedie ku korózií výstuže a nepriaznivo pôsobí na stabilitu niektorých zhydratovaných slinkových minerálov. Priebeh korózie I. druhu je ovplyvnený tým, či sa jedná o vodu stojacu alebo prúdiacu, teplú alebo studenú a či pôsobí pod tlakom. [12]

Účinky korózie I. druhu je treba zohľadniť predovšetkým u konštrukcií, ktoré sú vystavené účinkom hydrostatického tlaku alebo ide o subtílnu železobetónovú konštrukcie s dlhou dobou životnosti. Chemický účinok hladnej (mäkkej) vody je zosilnený jej prúdením a v úrovni kolísania hladiny častým striedavým nasiaknutím a vysušením. Následne dochádza k rozpusteniu zložiek cementovej matrice a k vyplavovaniu zložiek rozkladu. [10]

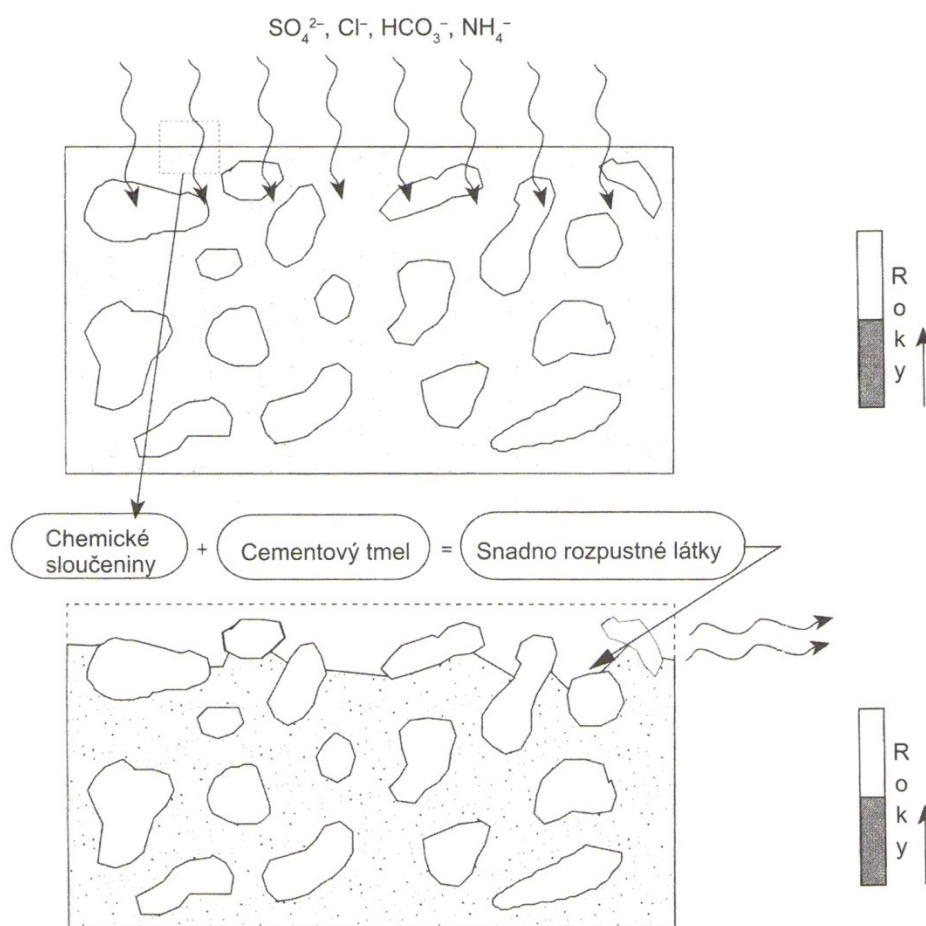


Obr. č. 1 Znárodnenie pôsobenia korózie I. druhu [14]

2.1.2 Korózia II. druhu

Medzi kvapaliny, ktoré spôsobujú koróziu II. druhu patria kyseliny, lúhy a ich rozpustné soli. Tieto kvapaliny s cementovým tmelom vytvárajú ľahko rozpustné zlúčeniny, ktoré jadro betónu buď obaľujú alebo sa zvolna pôsobením vody uvoľňujú. Jedná sa najmä o roztoky obsahujúce ióny SO_4^{2-} , Cl^- , Mg^{2+} , $(\text{HCO}_3)^-$, $(\text{NH}_4)^+$. V prírodných vodách je to napr. sadrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Glauberova soľ ($\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), síran draselný (K_2SO_4) a horká soľ ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). V priemyslových vodách sú to prevažne sírany: amónne, meďnaté, hlinité, železité apod. [12]

Koróziu II. druhu môže byť spôsobená aj agresívnym CO_2 (uhličitanovou koróziou). Závisí predovšetkým na obsahu $\text{Ca}(\text{OH})_2$, fyzikálnych vlastnostiach cementového kameňa a prípadne ďalších činiteľov. Vyššiu odolnosť vykazujú struskoportlandské a puzolánové cementy. [10]



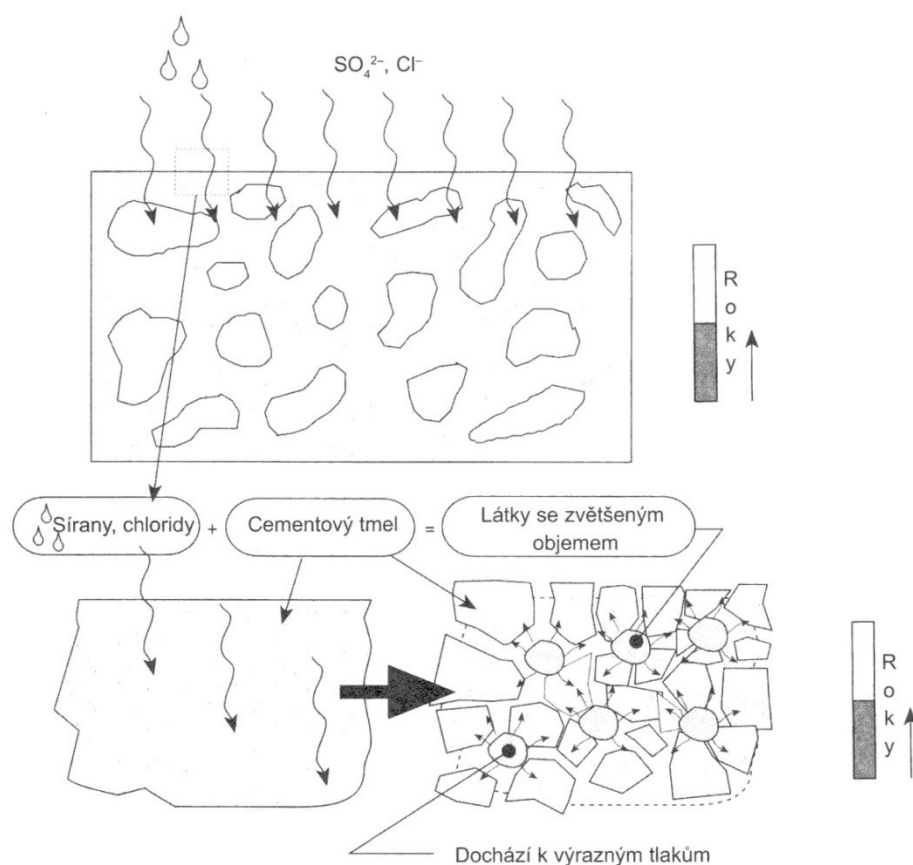
Obr. č. 2 Znáznornenie pôsobenia korózie II. druhu [14]

2.1.3 Korózia III. druhu

Koróziu III. druhu spôsobujú najmä vody s rôznymi zlúčeninami, ktoré vplyvom reakcie s cementovým tmelom tvoria látky so zväčšeným objemom. Spočiatku sa to prejavuje zvýšenou pevnosťou a hutnosťou a tým aj nepriepustnosťou betónu. Ďalšie zväčšovanie objemu však vedie k vzniku trhlín a až k úplnému rozrušeniu betónu. Jedná sa o vody obsahujúce rôzne druhy síranov a chloridov. Tieto roztoky dobre zmáčajú betón, takže rýchlejšie a hlbšie prenikajú do betónu. Rozdeľujú sa do dvoch kategórií [12]:

- Slabo agresívne – viac ako 300 mg solí/liter a $\text{pH} < 6$
- Veľmi agresívne – viac ako 1 000 mg solí/liter a $\text{pH} < 5$

Typickým príkladom korózie III. druhu je síranová korózia, ktorá je spojená s tvorbou etringitu v napadnutom betóne. Vznikom etringitu sa objem pôvodnej fázy zvyšuje 4,8 krát. Relatívna odolnosť portlandských cementov proti síranovej korózii závisí predovšetkým na obsahu trikalciualuminátu (C_3A). Z uvedeného dôvodu sa vyrábajú cementy s nízkym obsahom C_3A (maximálne 3,0 až 3,5 %). [10]

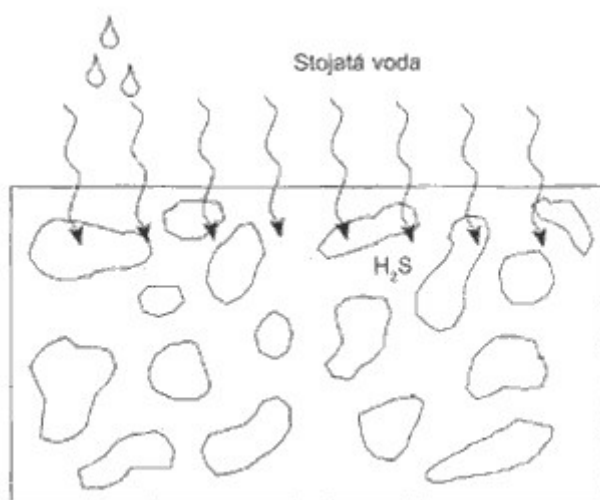


Obr. č. 3 Znáozornenie pôsobenia korózie III. druhu [14]

2.1.4 Mikrobiologické vplyvy

Koróziu betónu neovplyvňujú len chemické a fyzikálno-chemické faktory, ale niekedy sa môže jednať o biologické vplyvy, ktorým sa zatiaľ nevenovala príliš veľká pozornosť. Ich pôsobenie môže koróziu buď urýchľovať alebo aj spomaľovať. Jedná sa v podstate o dva prípady:

- a) V prvom prípade ide o tvorbu kyseliny sírovej. Jej vznik sa vysvetľuje tým, že vplyvom baktérií sa pri rozklade organických látok v stojatých vodách alebo pôdach premieňa v nich obsiahnutá síra na sírovodík – H_2S , ktorý v prítomnosti O_2 oxiduje na agresívny H_2SO_4 .
- b) V druhom prípade ide o proces opačný. Za neprístupu vzduchu si odoberajú anaeróbne mikroorganizmy pre seba kyslík zo síranov, ktoré sú rozpustené vo vode a redukujú nebezpečnú H_2SO_4 na relatívne neškodný H_2S . [12]



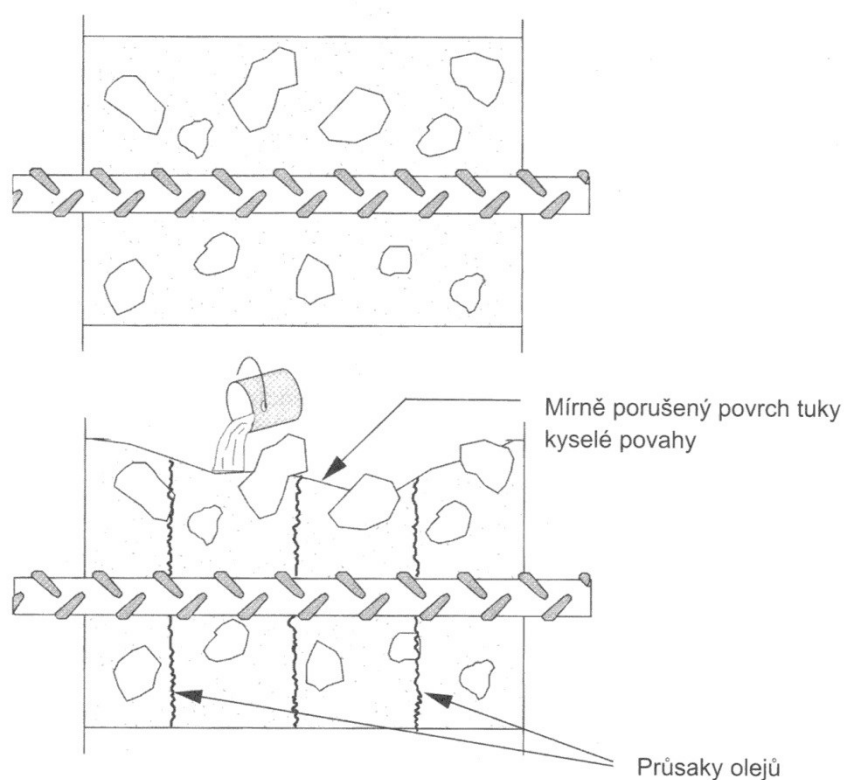
Obr. č. 4 Mikrobiologické vplyvy [14]

2.1.5 Korózia minerálnymi tukmi a olejmi

Z hľadiska korózie stavebných konštrukcií patria do tejto skupiny rôzne výrobky z nafty, výrobky vznikajúce pri spracovaní uhlia, rašeliny atď. Sú to napr. benzín, benzén, mazacie oleje, vazelína a pod.

Ak tieto výrobky obsahujú kyseliny a fenolové zlúčeniny, dochádza ku korózií. Naopak v prípade, že uvedené zlúčeniny kyslej povahy, v tukoch a olejoch nie sú, je možné takéto látky označiť za nekorodujúce. Medzi látky, ktoré sa vyznačujú zložkami kyslej povahy patria najmä živočíšne a rastlinné tuky.

Nebezpečie hrozí v ľahkom prenikaní týchto látok betónovými konštrukciami. Vyrobený dostatočne hutný betón v tomto prípade nestačí, preto sa aplikujú rôzne typy náterov. [12]



Obr. č. 5 Působení korózie minerálnymi tukmi a olejmi [14]

2.1.6 Alkalicko-kremičitá reakcia kameniva

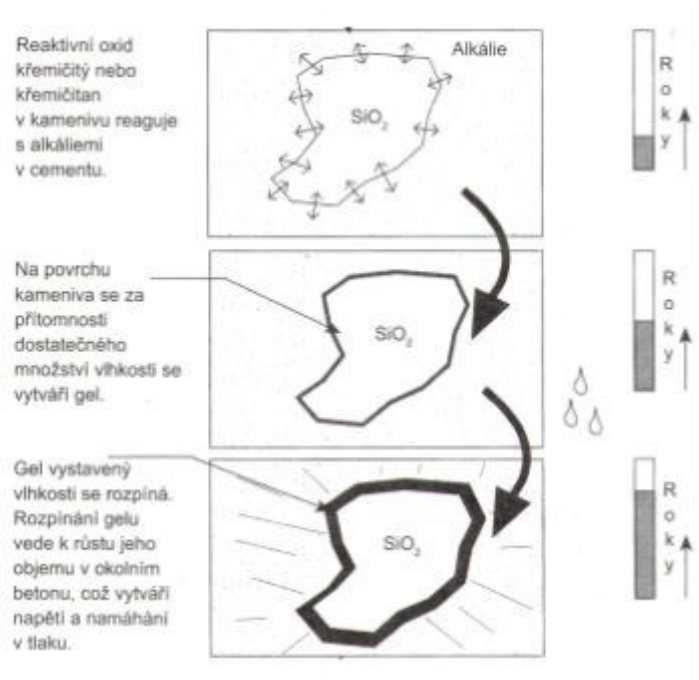
Alkalická reakcia kameniva so zložkami cementu môžu viesť k alkáliovému rozpínaniu a k závažným narušeniam betónových konštrukcií a vozoviek. Jedná sa o zložitý jav súvisiaci predovšetkým:

- s petrografickým charakterom kameniva,
- s obsahom alkálií v cemente,
- s rovnovážnou vlhkosťou betónu.

Mechanizmy, ktoré spôsobujú alkalické reakcie kameniva, neboli ešte úplne objasnené. Je však známe, že určité kamenivo, ako napr. reaktívne formy oxidu kremičitého, reagujú s draslíkom, sodíkom a hydroxidom vápenatým z cementu a vytvárajú gél okolo reagujúcich zŕn kameniva. Keď je gél, ktorý obklopuje kamenivo vystavený kontaktu s vlhkosťou, rozpína sa a tak vytvára sily, ktoré vyvolávajú ťahové trhliny okolo zŕn kameniva.

Na povrchu betónu sa účinky alkalicko-kremičitej reakcie prejavujú rôzne hustou sieťou trhlín. Veľmi často je okolie týchto trhlín tmavo zafarbené alkalicko-silikátovým gélom, ktorý vzniká ako produkt reakcie amorfného kremičitého plniva s alkáliom v cemente. V ďalšej fáze dochádza k zväčšovaniu šírky trhlín, čo môže vyvolávať koróziu výstuže. Akceleráciu tohto degradačného procesu môže vyvolávať aj vplyv mrazu.

Samotný jav môže prebiehať nepozorovane než dôjde k makromolekulárnemu alebo vizuálnemu poškodeniu. Obvykle sa overuje alkalická reakcia kameniva petrografickým alebo aj fyzikálne chemickým vyšetrovaním betónu. V nedávnej dobe bola vyvinutá nová metóda na sledovanie možných reakcií. Táto metóda využíva uranyl (urán) acetátovou fluorensceňnú techniku a je rýchla a hospodárna. [10,12]



Obr. č. 6 Alkalicko-kremičitá reakcia kameniva [14]

2.2 Diagnostické metódy

Nevyhnutným predpokladom hodnoverného hodnotenia existujúcej stavby je preverenie aktuálneho stavu konštrukcie a vlastností stavebných materiálov. Na tento účel sa používajú deštruktívne a nedeštruktívne skúšobné metódy. Často je účelná kombinácia oboch metód. Cieľom hodnotenia konštrukcie je najčastejšie:

- Preverenie uskutočniteľnosti prestavby alebo možnosti predĺženia životnosti stavby
- Kontrola spoľahlivosti (napr. na seizmické účinky, zvýšené zaťaženie) požadovaná štátnymi orgánmi, poisťovacou spoločnosťou, vlastníkom atď., zistenie porušenia konštrukcie v dôsledku pôsobenia časovo závislého zaťaženia (napr. korózia, únava) alebo mimoriadne zaťaženia. [14]

2.2.1 Nedeštruktívne metódy

Tieto metódy pomáhajú určiť hľadané vlastnosti bez rozsiahlejšieho poškodenia stavebného materiálu alebo konštrukčného prvku. Ich prednosťou je, že umožňujú viaceré merania na rovnakom mieste, registráciu zmien v čase a štatistické vyhodnotenie. Nedostatkom tejto metódy spočíva v skutočnosti, že sa meria pomocná charakteristika, ktorá je s požadovanou charakteristikou v určitej závislosti. Moderné nedeštruktívne metódy založené na počítačovej technológii výrazne zjednodušujú vykonávanie skúšok. Ich interpretácia si vyžaduje rozšírené inžinierske znalosti a základné fyzikálne a chemické poznatky, aby nedošlo k nesprávnym hodnoteniam. [14]

2.2.2 Deštruktívne metódy

K deštruktívnym metódam sa pristupuje ak použitie nedeštruktívnych metód nevedie k požadovanému cieľu alebo sa žiada presnejšie stanovenie vyšetrovaných charakteristík. Často je účelná kombinácia týchto dvoch metód, pretože pomocou deštruktívnej metódy možno spresniť všeobecné kalibračné vzťahy nedeštruktívnych metód. Odoberanie vzoriek a skúšobné metódy nesmú výraznejšie znížiť spoľahlivosť konštrukcie. [14]

Jadrové vrtnanie patrí medzi deštruktívne diagnostické metódy. Pomocou tejto metódy môžeme stanoviť viacero sledovaných resp. vyšetrovaných charakteristík ako napr. pevnosť betónu v tlaku, vlhkosť, hĺbka trhliny, hĺbka karbonatácie, obsah chloridov atď.

3. Výber skúšobných metód

Skúšobné metódy, ktorými sa podmienili skúšobné vzorky, boli vybraté na základe kritérií, ktoré mali priniesť čo najobjektívnejšie výsledky o kvalite zapravenia jadrových vývrtov. Vhodnosť týchto skúšobných metód bola stanovená aj na základe určení javov, ktoré môžu vo vonkajšom prostredí pôsobiť na betónovú konštrukciu.

3.1 Pevnosť betónu v tlaku

Betón je stavebná látka, ktorá je charakteristická svojimi vynikajúcimi vlastnosťami pevnosti v tlaku. Pevnosť betónu je veľkosť napätia dosiahnutá v mieste porušenia pri zániku celistvosti betónu. Inak povedané je to pevnosť betónu, pri ktorej sa skúšobné teleso poruší. Na základe tejto vlastnosti rozlišujeme rôzne triedy betónu. K rozdeleniu na triedy podľa pevnosti v tlaku sa používajú tabuľky normy ČSN EN 206-1 pre obyčajný, ťažký a ľahký betón. [2]

Pevnosť v tlaku sa určuje po 28 dňoch a to buď na valcoch pri priemere 150 mm a výške 300 mm (pomer 1:2), tzv. valcová pevnosť v tlaku, alebo na kockách o dĺžke hrany 150 mm, tzv. kocková pevnosť. Valcová pevnosť sa podľa normy označuje $f_{ck,cyl}$ a kocková pevnosť $f_{ck,cube}$. Valcová pevnosť je približne o 20 % nižšia ako kocková pevnosť dôsledkom rôzneho spôsobu porušenia betónových skúšobných telies pri tlakovej skúške.

Pri samotnej skúške pevnosti betónu v tlaku sa z povrchu skúšobného telesa zotrie voda pred vložením do skúšobného lisu. Očistia sa dotykové plochy tlačných dosiek a odstráni sa všetok uvoľnený materiál z povrchu skúšobného telesa na plochách, ktoré budú v dotyku s tlačnými doskami lisu. Skúšobné teleso umiestnené na stred tlačných dosiek sa osadí tak, aby smer zaťažovania bol kolmý na smer plnenia. [19]

Pevnosť v tlaku je daná nasledujúcim vzťahom:

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad [19]$$

kde: f_c ... pevnosť v tlaku [MPa],

F ... je maximálne zaťaženie pri porušení [N],

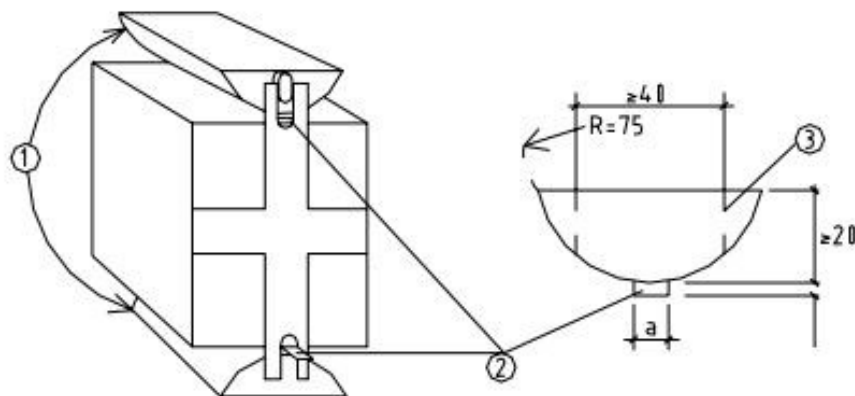
A_c ... je prierezová plocha skúšobného telesa, na ktorú pôsobia zaťaženie [mm²]

Pevnosť v tlaku sa zaokrúhli na najbližších 0,5 MPa.

3.2 Pevnosť v priečnom ťahu

Pevnosť v priečnom ťahu sa skúša najmenej na troch skúšobných telesách, a to:

- Na kockách základných rozmerov s veľkosťou hrany 200 mm, 150 mm alebo aj 100 mm, pričom najväčšia odchýlka od týchto spomenutých dĺžok môže byť 3 %.
- Na skúšobných valcoch naležato, vkladných do lisu vodorovne tak, aby spojnice tlačných plôch bola presne zvislá v ose lisu. Rozmery skúšobných valcov vybetónovaných pre skúšku majú priemer 150 mm (s 2% toleranciou) a výšku 300 mm.



Obr. č. 7 Valcový zaťažovací segment [19]

1 – ocelový valcový zaťažovací segment, 2 – roznášací prúžok z drevovláknitej dosky,
3 – valcový segment môže byť odrezaný

Pevnosť v priečnom ťahu je daná nasledujúcim vzťahom:

$$f_c = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot L \cdot d}, \quad [19]$$

kde: f_c ... pevnosť v priečnom ťahu [MPa],

F ... je maximálne zaťaženie pri porušení [N],

L ... je dĺžka dotykovej priamky telesa [mm],

d ... je zvolený priečny rozmer telesa [mm].

Pevnosť v priečnom ťahu sa zaokrúhli na najbližších 0,05 MPa.

3.3 Ultrazvuková impulzná metóda

V stavebnej praxi sa často stretávame s potrebou identifikovať rôzne vady a poruchy vo vnútornej štruktúre materiálu. Čím je konštrukcia masívnejšia, tým je táto úloha komplikovanejšia. Možnosť použitia deštruktívnych metód je pritom obmedzená, či už z prevádzkových dôvodov, alebo s ohľadom na poškodenie danej konštrukcie. Táto metóda sa využíva predovšetkým k overovaniu vlastností betónu, k vyhľadávaniu porušených miest výrobku alebo konštrukčnej časti. Meranie je prevedené podľa normy ČSN 73 1371 Nedeštruktívne skúšanie betónu – Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu. [3]

Pri skúšaní sa využíva mechanické vlnenie s frekvenciou v rozsahu 20 až 200 kHz, pre betóny väčšinou v rozsahu 40 až 60 kHz. Nami použitý prístroj TICO (viac obr. č. 8) využíva mechanické vlnenie s frekvenciou 54 kHz. Rýchlosť prechodu ultrazvuku materiálom je závislá na fyzikálne mechanických vlastnostiach, pórovitosti a prípadných defektoch skúšanej vzorky. Meraním môžu byť zistené nasledujúce vlastnosti:

- rovnomernosť zhutneného betónu
- dutiny, trhliny, poškodenie ohňom alebo mrazom
- modul elasticity
- pevnosť betónu

Keďže sa jedná o metódu nedeštruktívnu, pri skúšaní nedochádza k poškodeniu vzorky, alebo konštrukcie. Pri skúšaní je nutné zaistiť iba kvalitný kontakt meracích sond s povrchom skúšaného materiálu. Meranie nie je závislé len na druhu použitých sond a ich vzájomnej vzdialenosti, ale predovšetkým na druhu a štruktúre materiálu a rozmeroch porušenia vzorky.

Najúčinnejšie meranie ultrazvukových vĺn šírením je meranie priame. Sondy sú umiestnené na protiľahlých stranách skúšanej vzorky priamo proti sebe. Čím je vyššia rýchlosť ultrazvukových vĺn, tým má materiál lepšiu homogenitu. Spomalenie rýchlosti ultrazvukových vĺn je spôsobené prechádzaním alebo obchádzaním miest s defektmi a poruchami vzorky. [20]



Obr. č. 8 Merací ultrazvukový prístroj TICO

3.4 Odolnosť cementového betónu proti pôsobeniu vody a CHRL

Táto skúška sa prevádza podľa normy ČSN 73 1326 Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok (CHRL). Norma rozpoznáva dve metódy stanovenia a to metódu automatického cyklovania a metódu ručnej manipulácie. U oboch týchto metód dochádza k cyklickému striedaniu kladných a záporných teplôt. V tejto práci bola vybraná metóda automatického cyklovania.

Do misky z nekorodujúceho materiálu sa vleje roztok chemickej rozmrazovacej látky v takom množstve, aby bol ponorený v hĺbke 5 ± 1 mm. Ako základná chemická rozmrazovacia látka sa používa 3 % roztok chloridu sodného. Vzorky s roztokom sa rozložia rovnomerne po ploche skúšobného prístroja. Každý cyklus sa zaznamenáva na počítaadle. Po každom 25. cykle sa táto voda vymení.

V skúšobnom priestore sa vzorky podrobia striedavému zamrazovaniu a rozmrazovaniu. Cyklus pozostáva z ochladenia skúšobnej plochy vzorky na teplotu -15°C , na ktorej sa udržiava po dobu 15 minút. Následne dochádza k zohriatiu skúšobnej plochy na teplotu 20°C opäť po dobu 15 minút. Tým končí jeden cyklus a pokračuje sa v ďalších. Po každom 25. cykle prístroj automaticky skúšanie preruší. Teplota skúšobnej plochy sa registruje ako teplota vody na dne skúšobného priestoru.

Po každom 25. cykle sa vzorky s miskou vyberú zo skúšobného priestor. Vzorky sa opatrne vyberú z misky a prúdom vody sa splavia uvoľnené častice zo skúšobnej plochy do misky. Prebytočná kvapalina sa z misky vyleje tak, aby nedošlo k odplaveniu odpadnutých

častíc zo vzorky. Následne sa táto miska vloží do sušiarne pri teplote 105°C. Hmotnosť odpadu sa po vysušení zváži s presnosťou na 0,1 g. [4]

Odolnosť povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok je daná hmotnosťou odpadu na jednotku plochy ρ_a v g/m² a určí sa pomocou vzorca:

$$\rho_a = \frac{\Sigma m}{A} \quad [4]$$

kde: Σm ... súčet všetkých hmotností odpadov od prvého do n-tého cyklu [g],

A ... veľkosť skúšobného povrchu v m², rozmery sa stanovujú s presnosťou na 1 %.

Skúšobný povrch sa následne na základe hmotnosti odpadu zatriedí pomocou tabuľky pre zatriedenie skúšobných povrchov (viac Tabuľky č. 3 Zatriedenie povrchov skúšobných plôch).

Tabuľka č. 3 Zatriedenie povrchov skúšobných plôch [4]

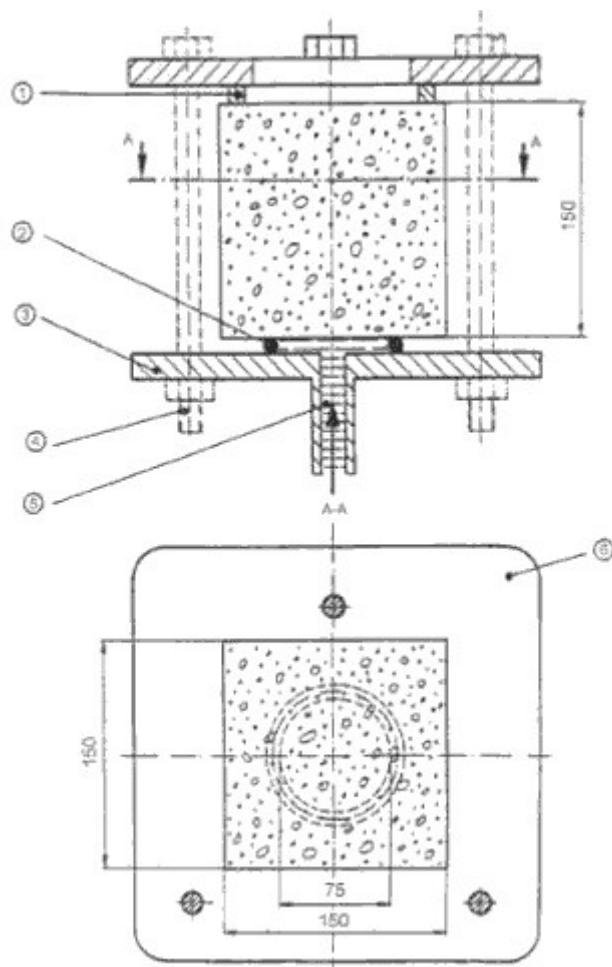
Stupeň porušenia	ρ_a [g/m ²]	Charakter odpadu
1 – nenarušený	do 50	veľmi jemné prachovité častice do 1 mm
2 – slabo narušený	do 500	ako v stupni 1, väčšie množstvo častíc do 1 mm, podiel častíc do 2 mm menšie ako 50 % z hmotnosti odpadu
3 – narušený	do 1 000	ako v stupni 2, podiel častíc nad 2 mm cez 500 g/m ²
4 – silne narušený	do 3 000	ako v stupni 2, podiel častíc nad 2 mm cez 500 g/m ²
5 – rozpadnutý	cez 3 000	ako v stupni 4, podiel častíc nad 4 mm viac ako 20 % z hmotnosti odpadu

3.5 Priesak tlakovou vodou

Hĺbka priesaku tlakovou vodou sa stanovuje podľa normy ČSN EN 12390-8 Skúšanie stvrdnutého betónu – Časť 8: Hĺbka priesaku tlakovou vodou. Skúšobné teleso musí byť kocka, valec alebo hranol s dĺžkou hrany alebo priemeru najmenej 150 mm a žiadny rozmer nesmie byť menší ako 100 mm. Zariadenie na skúšanie priesaku môže byť akékoľvek zariadenie, v ktorom sa dá skúšobné teleso upnúť tak, aby tlaková voda mohla pôsobiť na skúšanú plochu a pôsobiaci tlak bol nepretržite vyvodzovaný (viac Obr. č. 8 Príklad usporiadania skúšky).

Skúšobné teleso sa upne do zariadenia a nechá sa pôsobiť vodný tlak (500 ± 50) kPa po dobu (72 ± 2) hodín. Počas skúšania sa pravidelne pozoruje stav povrchu skúšobného telesa, ktoré nie je vystavený vodnému tlaku, či sa na ňom neobjavuje voda. V prípade, že sa objaví priesak, je treba zvážiť platnosť výsledku skúšky.

Po skončení predpísanej doby pôsobenia vodného tlaku sa vyberie skúšobné teleso zo zariadenia. Povrch telesa, na ktorý pôsobil vodný tlak, sa utrie, aby sa odstránila prebytočná voda. Skúšobné teleso sa rozlomí v polovici, kolmo k povrchu, na ktorý pôsobil vodný tlak. Hneď ako lomová plocha oschne natoľko, že je zreteľne vidieť priesak vody, označí sa hranica priesaku na skúšobnom telese. Zmeria sa a zaznamená sa najväčšia hĺbka priesaku od skúšanej plochy na najbližší milimeter. [5]



Obr. č. 9 Príklad usporiadania skúšky [5]

1 – operný krúžok, 2 – tesniaci krúžok, 3 – upevňovacia doska, 4 – sťahovací šrób,
5 – tlaková voda, 6 – upevňovacia doska

3.6 Stanovenie nasiakavosti betónu

Nasiakavosť betónu sa stanovuje podľa normy ČSN 73 1316 Stanovenie vlhkosti, nasiakavosti a vztlínavosti betónu. Skúškou nasiakavosti stanovujeme maximálne množstvo vlhkostí, ktoré v materiáli môže byť obsadené. Rozlišujeme dve formy nasiakavosti. [6]

Nasiakavosť hmotnostná sa udáva pomerom hmotnosti nasiaknutej vzorky materiálu k hmotnosti suchej vzorky materiálu. **Objemová nasiakavosť** sa stanovuje pomerom objemu nasiaknutej vlhkosti k objemu vzorky materiálu. Nasiakavosť sa udáva buď po určitej dobe ponorenia vzorky do kvapaliny (po 1 hodine, 24 hodín apod.) alebo svojou najväčšou hodnotou, tj. teoreticky po nekonečnej dobe, kedy všetky otvorené póry už budú vyplnené

vodou. Nasiakavosť objemová sa môže pohybovať od 0 % do cca 100 %, nasiakavosť hmotnostná môže dosahovať u materiáloch ľahších ako voda hodnotu väčšiu ako 100 %. [18]

Vzorky boli po dobu troch dní namočené vo vode. Následne sme tieto vzorky vytiahli, povrchovo osušili, zaznamenali ich hmotnosť a umiestnili do klíma komory pri teplote 100 °C. Po troch dňoch boli vzorky z klíma komory odobraté a opäť sme zaznamenali ich hmotnosť. Následne sme stanovili hmotnostnú nasiakavosť.

4. Výroba telies

Ako skúšobné telesá sa použili kocky, ktorých dĺžka hrany bola 15 cm. Telesá boli vyrobené pomocou laboratórnej miešačky. Betónová zmes bola plnená do vopred naolejovaných skúšobných foriem s vnútornou hranou o dĺžke 15 cm v dvoch vrstvách, pričom každá vrstva bola vibrovaná pomocou vibračného stola. Na druhý deň boli tieto skúšobné kocky odformované a uložené v laboratóriu.

4.1 Popis receptúry

Betón, ktorý sme použili na výrobu našich skúšobných telies (viď viac tabuľka receptúry použitého betónu) sme formovali do skúšobných foriem o vnútornej hrane 150 mm. Následne sme tieto vzorky ponechali v laboratóriu a po viac ako 28 dňoch sme stanovili jeho pevnosť v tlaku.

Tabuľka č. 4 Receptúra použitého betónu

Zložka	Množstvo na 1 m ³ [kg]	Množstvo na 1 kocku [kg]	Množstvo na 11 kociek [kg]
CEM I 42,5 R	285	0,962	10,581
Kamenivo 0/4	900	3,038	33,413
Kamenivo 4/8	145	0,489	5,383
Kamenivo 8/16	790	2,666	29,329
Voda	187	0,631	2,500
Plastifikátor	2,4	0,008	0,089

4.2 Skúšky čerstvej betónovej zmesi

Existuje rada normových skúšok čerstvého betónu. Tieto skúšky sa bežne v praxi prevádzajú pri výstavbe betónových konštrukcií (napr. mostov), kde sa vzorky čerstvého betónu odoberajú priamo na stavenisku a následne sa na mieste určuje pomocou preukazných skúšok, či daná betónová zmes ma požadované vlastnosti. Pri určovaní pevnosti v tlaku betónovej zmesi sa daná betónová zmes odoberá obdobne priamo na stavenisku, ale následne

sa odnáša do akreditovaného laboratória, kde sa stanovujú jej pevnosti v tlaku po určitých dňoch.

4.2.1 Skúška sadnutia kužela

Skúška sadnutia kužela prebieha podľa normy ČSN EN 12350 – Časť 2: Skúška sadnutím. Pri tejto skúške meriame sadnutie betónovej zmesi hneď po odobraní skúšobnej formy v tvare kužela a následne podľa tabuľky pre klasifikáciu podľa sadnutia kužela túto betónovú zmes zaradíme. Táto skúška je vhodná pre betón, v ktorom je maximálne zrno kameniva menšie ako 40 mm. Ak namerané sadnutie nie je v rozmedzí 10 až 200 mm, tak považujeme túto skúšku za nevhodnú a použijeme inú skúšku konzistencie. [7]

Navlhčená forma i podkladová doska sa položia na vodorovné podložie. Skúšobnú formu plníme v troch vrstvách (každá do tretiny výšky kužela), pričom každá vrstva sa zhutňuje 25 vpichmi prepichovaciou tyčou tak, aby mierne zasahovali do predchádzajúcej vrstvy (u 2 a 3 vrstvy). Forma musí byť počas plnenia prichytená k podkladovej doske prišliapnutím dvoch príložiek, ktoré sú jej súčasťou, aby nedošlo k jej pohybu počas zaplňovania resp. zhutňovania. Po zhutnení poslednej vrstvy musíme pridať betónovú zmes až po horný okraj. Forma sa oddelí od betónu behom 5 až 10 s a ihneď po zdvihnutí meriame sadnutie **h (S)**. Zaznamenané sadnutie zaokrúhľujeme na 10 mm.

Výsledok skúšky je platný v prípade, že betón zostane neporušený a kužel je symetrický. Podľa nameranej hodnoty, ktorá vyšla 15 mm, sa táto zmes radí medzi zmesi tuhé (viď tabuľka č.3).

Tabuľka č. 5 Klasifikácia podľa sadnutia kužela [7]

Stupeň	Sadnutie [mm]
S1 – zmes tuhá	10 až 40
S2 – zmes plastická	50 až 90
S3 – zmes mäkká	100 až 150
S4 – zmes veľmi mäkká	160 až 210
S5 – zmes tekutá	≥220

4.2.2 Stanovenie obsahu vzduchu

Obsah vzduchu v betónovej zmesi sa stanoví pomocou tlakovej nádoby o známom objeme, ktorá sa po okraj zaplní betónovou zmesou a zhutní pomocou vibračného stola. Zarovnaný povrch zhutneného betónu sa uzavrie vodotesným vekom, ktoré obsahuje dva uzavieracie ventily. Pri súčasne otvorených ventiloch sa cez jeden z nich leje voda, až pokiaľ nezačne z druhého vytekať a následne sa oba ventily uzavrú. Na stupnici manometra, ktorý je súčasťou vodotesného veka musíme dosiahnuť hodnotu 0 % obsahu vzduchu. Ten dosiahneme vŕhaním vzduchu do tlakovej nádoby pomocou pumpičky. Tento pretlak vzduchu potom necháme vniknúť do vnútra tlakovej nádoby, čím ručička manometra okamžite poklesne. Tento pokles nám predstavuje obsah vzduchu v čerstvom betóne. Nameraná hodnota vyšla 2 %.

4.2.3 Stanovenie objemovej hmotnosti

Objemová hmotnosť čerstvého betónu sa stanoví pomocou normy ČSN 73 1315 Stanovenie hmotnosti, hustoty, hutnosti a pórovitosti betónu. Do tuhej vodotesnej nádoby známeho objemu a hmotnosti m_1 , sa zhutní čerstvá betónová zmes a zaznamenaná hmotnosť m_2 . Veľkosť vzorky čerstvého betón závisí na veľkosti najväčšieho zrna kameniva. U kameniva veľkosti zrna do 32 mm je objem vzorky čerstvej betónovej zmesi minimálne $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ (3 litre) a pri veľkosti zrna kameniva do 64 mm najmenej $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ (8 litrov). [8, 13]

Objemová hmotnosť čerstvej betónovej zmesi je daná vzťahom:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad [13]$$

kde: D ... objemová hmotnosť čerstvého betónu [kg/m^3],

m_1 ... hmotnosť prázdnej nádoby [kg],

m_2 ... hmotnosť naplnenej nádoby [kg],

V ... objem nádoby [m^3].

Objemová hmotnosť čerstvého betónu sa zaokrúhli na najbližších $10 \text{ kg}/\text{m}^3$. Objemová hmotnosť čerstvej betónovej zmesi, ktorá bola použitá na zhotovenie skúšobných kociek predstavuje hodnotu $2\,360 \text{ kg}/\text{m}^3$.

4.3 Overenie pevnosti skúšobných telies

Pevnosť v tlaku sme stanovili na 10 valcoch (viď viac tabuľka pevnosti v tlaku), ktoré sme získali po jadrových vývrtoch (viď viac kapitola vyvrtanie telies...). Následne sme túto

valcovú pevnosť prepočítali na kockovú a z nej stanovili charakteristickú pevnosť betónu v tlaku X_k . Charakteristická pevnosť bola stanovená na hodnotu 47,7 MPa, a tak podľa normy ČSN EN 206-1 a tabuľky pre pevnostné triedy betónu v tlaku pre obyčajný a ťažký betón, sa zaradil tento betón do pevnostnej triedy v tlaku C 35/45. [2]

$$X_k = m_x \cdot (1 - k_n \cdot V_x) \quad [P]$$

kde m_x ... priemerná pevnosť;

k_n ... súčiniteľ pre stanovenie 5% kvantilu

V_x ... variačný koeficient

Tabuľka č. 6 Pevnosti betónu v tlaku

Číslo vzorky	Rozmery		Sila [kN]	Pevnosť v tlaku [MPa]	Štíhlosť	Opravný súčiniteľ	Opravená valcová pevnosť [Mpa]	Kocková pevnosť
	Priemer [mm]	Výška [mm]						
1	93,1	149,5	309,7	45,51	1,606	0,96	43,69	50,2
2	93,7	149,9	345,50	50,18	1,600	0,96	48,18	55,4
3	94,0	149,8	393,00	56,61	1,593	0,96	54,35	59,8
4	94,3	150,1	381,50	54,71	1,593	0,96	52,52	57,8
5	93,7	149,4	428,80	62,23	1,595	0,96	59,74	65,7
6	94,01	149,6	320,50	46,20	1,591	0,96	44,35	51,0
7	93,9	149,4	430,80	62,31	1,592	0,96	59,81	65,8
8	94,1	149,6	407,10	58,55	1,589	0,96	56,21	61,8
9	94,1	149,2	411,90	59,26	1,585	0,96	56,89	62,6
10	94,1	150,0	346,30	49,83	1,594	0,96	47,84	55,0

4.4 Vyvrtanie telies a zatláčanie betónu (po 28 dňoch)

Postup odberu jadrových vývrtov, príprava telies ku skúškam a ich skúšanie je definovaný najmä v norme ČSN EN 12 504-1 „Skúšanie betónu v konštrukciách – Časť 1: Vývrty, odber, vyšetrenie a skúšanie v tlaku.

Jadrové vrtanie je jednou z deštruktívnych metód skúšania, ktorá sa najčastejšie využíva pri diagnostike betónových konštrukcií. Z odobraných skúšobných jadrových vývrtov môžeme získať objektívne informácie napr. o skladbe betónu, stave povrchových vrstiev, hĺbke trhliny, hĺbke karbonatácie betónu, ale najmä však pevnosti betónu v tlaku, resp. v ťahu..

Skúšobné vzorky z betónových konštrukcií valcového tvaru sú odobrané pomocou špeciálnej vŕtačky s dutým valcovým diamantovým korunkovým vrtákom o priemere obvykle 50 – 300 mm za neustáleho prítoku vody. Rozhodujúcim parametrom na stanovenie priemeru jadrového vývrtu je maximálna veľkosť použitého kameniva v danej betónovej konštrukcii. Pokiaľ je pomer veľkosti maximálneho zrna kameniva v betóne k priemeru vývrtu väčší než približne 1:3, má to značný vplyv na zistenú pevnosť. Tento pomer by mal zaistiť čo najpresnejšie výsledky pri pevnostných skúškach. Minimálny doporučený počet vzoriek odobraných z konštrukcie je 3.

Vývrty sa obvykle vŕtajú kolmo k povrchu a mali by sa odoberať z miesta, kde je vyvedené čo najväčšie tlakové namáhanie, pokiaľ možno v oblastiach s minimálnym vystužením a nie v blízkosti škár a hrán konštrukcie. Maximálny prípustný objem výstuže by nemal byť väčší ako 4 % z objemu vývrtu a daná výstuž by nemala byť v rovnobežnom smere zo smerom jadrového vrtania.

Ihneď po odobraní je nevyhnutné danú vzorku nezmazateľne označiť. Následne sa zaznamenáva miesto odberu, dátum, pôvodná priestorová orientácia vývrtu v konštrukcii, skladba konštrukcie, rozmery vývrtu (priemer a dĺžka), prípadne poruchy betónu (štrkové hniezda, dutiny), v prípade výskytu výstuže jej priemer, stav a krycia vrstva. [1]

Smer vŕtania u našich skúšobných kockách o dĺžky hrany 150 mm je kolmý na smer plnenia a to z dôvodu, že pri zvislých betónových konštrukciách (napr. stĺp), je v mieste kolmo na smer plnenia, resp. kolmo na smer zaťaženia, najväčšie tlakové namáhanie.

4.4.1 Popis vŕtacej sústavy

Vŕtaciú sústavu sme ukotvili pomocou kotviaceho šrobu na betónový panel tak, aby vývrt smeroval presne do stredu skúšobnej kocky (viac obr. č 11). Inak povedané tak, aby stredná os vŕtania pretínala os prechádzajúcu stredom betónového panelu. Následne sme pomocou štelovacích šrobov zaistili vodorovnú rovinu jadrovej vŕtačky. Na povrchovo očistenú a vysušenú prednú časť betónového panelu sme nalepili dva L – profily pomocou epoxidového lepidla Sikadur®-31 CF Rapid (viac informácií v prílohe č. 1) vo vzájomnej horizontálnej vzdialenosti približne 17 cm. Keďže skúšobne kocky majú dĺžku hrany 15 cm, jedna strana betónovej kocky sa oprela o líce L – profilu a na druhej strane medzera medzi lícom L – profilu a skúšobnej betónovej kocky bola vyplnená dreveným klinom. Drevený klin zabraňuje pohybu skúšobnej kocky pri vŕtaní (viac obrázok č. 12).



Obr. č. 11 Vŕtacia sústava



Obr. č. 12 Miesto osadenia dreveného klinu

Priemer jadrového vývrtu sa stanovil pomocou troch experimentálnych skúšok, ktoré sme stanovili v laboratóriu stavebných hmôt na FAST. Výber vhodného priemeru vrtáku závisí od viacerých faktorov. Jedným z nich je typ konštrukcie a to, či sa jedná o konštrukciu betónovú, murovanú a pod. (viac v kapitole 3. Vyvrtanie telies a zatláčanie betónu).

4.4.1.1 Prvá experimentálna skúška s priemerom vrtáku 100 mm

V prvom prípade sme použili vrták o priemere 100 mm, ale jadrový vývrt neprechádzal skrz celú skúšobnú kocku, ale približne do 12 cm hrúbky. Pri snahe odobrania vývrtu došlo k porušeniu okraja skúšobnej kocky (viac Obr. č 13), a tak sme zvolili túto metódu za nevhodnú.



Obr. č. 13 Porušenie betónovej kocky pri vyberaní vývrtu

4.4.1.2 Druhá experimentálna skúška s priemerom vrtáku 70 mm

V druhom prípade sme použili vrták o priemere 70 mm, kde jadrový vývrt opäť neprechádzal skrz celú hrúbku skúšobnej kocky, ale iba do už spomínanej hĺbky cca 12 cm (viac Obr. č. 14). Odobranie vývrtu prešlo bez problémov, čiže bez porušenia okraja skúšobnej kocky.



Obr. č. 14 Druhá experimentálna skúška

4.4.1.3 Tretia experimentálna skúška s priemerom vrtáku 100 mm

V treťom prípade bol opäť použitý vrták o priemere 100 mm, ale jadrový vývrt prechádzal skrz celú hrúbku skúšobnej kocky (viď Obrázok č. 15). Tento spôsob sme zvolili ako za najvhodnejší a to z dôvodu, že vzorka ostala po vyvrtaní bez porušenia, ale najmä, že pri použití vrtáku s priemerom 100 mm pozorujeme väčšiu styčnú plochu pri sledovaní porúch a nedostatkov pri skúškach, ktorým boli naše vzorky podmienené. **Ďalším dôvodom** na zvolenie tejto experimentálnej skúšky je, že v praxi pri diagnostike betónovej, resp. železobetónovej konštrukcie sa používa vrták s priemerom 100 mm.



Obr. č. 15 Tretia experimentálna skúška

4.4.2 Vybrané metódy zapravenia jadrových vývrtov

Na zapravenie jadrových vývrtov sme použili dve metódy aplikované v dvoch rôznych klimatických podmienkach. Prvá polovica vyvrtaných skúšobných vzoriek podliehala počas procesu zaplňovania, tuhnutia a tvrdnutia betónovej zmesi vonkajším klimatickým podmienkam. Vonkajšie klimatické podmienky neklesli pod $+5^{\circ}\text{C}$ počas celého procesu vzniku skúšobných vzoriek. U druhej polovici skúšobných vzoriek sme chceli simulovať prostredie s mínusovou teplotou, a tak boli kocky pred a aj po vykonaní spomínaných procesov vložené do mrazničky s teplotou -5°C . Dôvodom zvolenia teploty práve -5°C je fakt, že teplota čerstvej betónovej zmesi v dobe dodávania nesmie byť nižšia ako $+5^{\circ}\text{C}$ ako je uvedené v norme ČSN EN 206-1. V nižšej teplote ako $+5^{\circ}\text{C}$ by namiešaná betónová zmes nebola adekvátna daným požiadavkám, resp. nedosahovala by hodnoty ako betónová zmes namiešaná za vyšších teplôt. Ďalším dôvodom je, že hoci teplota dodaného betónu môže byť v požadovanej hodnote, ale prostredie, ktoré bude pôsobiť pri procese tuhnutia môže dosahovať nižších hodnôt.

Prvá metóda, ktorou sme zaplňali polovicu skúšobných kociek u oboch klimatických podmienok, bola zaplnenie vyvrtaných otvorov iba betónovou zmesou. **V druhej metóde** bola použitá betónová zmes a vrchná vrstva približne 2 cm bola opatrená sanačnou hmotou Emaco Nanocrete R4 (viac informácií v prílohe č. 2).

Sanačnú hmotu sme vybrali na základe charakteristickej pevnosti betónu (viac kapitola 4.3 Overenie pevnosti skúšobných telies) pomocou tabuľky pre požadované základné parametre spravovacích hmôt podľa ČSN EN 1504-3 Výrobky a systémy pre ochranu a opravy betónových konštrukcií - Definície, požiadavky, kontrola kvality a hodnotenie zhody - Časť 3: Opravy so statickou funkciou a bez statickej funkcie (viac tabuľka č.7).

Označenie jednotlivých skúšobných kociek bolo prevedené na základe použitej metódy a prostredia, ktorému boli vystavené nasledovne:

- **R** – označenie referenčnej vzorky
- **BV** – jadrový vývrt zaplnený iba betónovou zmesou a následne bola skúšobná vzorka vystavená vonkajšiemu prostrediu
- **BM** – jadrový vývrt zaplnený iba betónovou zmesou a následne vložený do mrazničky
- **SBV** – jadrový vývrt zaplnený betónovou zmesou a vrchná vrstva opatrená sanačnou hmotou a následne bola skúšobná vzorka vystavená vonkajšiemu prostrediu

- **SBM** – jadrový vývrt zaplnený betónovou zmesou a vrchná vrstva opatrená sanačnou hmotou a následne bola skúšobná vzorka vložená do mrazničky

Tabuľka č. 7 Požadované základné parametre spravovacích hmôt [11]

Parameter	Spravovacie hmoty bez statickej funkcie		Spravovacie hmoty so statickou funkciou	
	Trieda R1	Trieda R2	Trieda R3	Trieda R4
Pevnosť v tlaku	$\geq 10 \text{ MPa}$	$\geq 15 \text{ MPa}$	$\geq 25 \text{ MPa}$	$\geq 45 \text{ MPa}$
Obsah chloridových iónov	$\leq 0,05 \%$			
Súdržnosť s podkladom	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$	$\geq 2,0 \text{ MPa}$
Viazané zmršťovanie / rozpínanie	Bez požiadaviek	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$	$\geq 2,0 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	Bez požiadaviek	Bez požiadaviek	$\geq 15 \text{ GPa}$	$\geq 20 \text{ GPa}$
Odolnosť proti karbonatácii	Bez požiadaviek	Bez požiadaviek	$d_k \leq$ kontrolný betón (MC(0,45))	$d_k \leq$ kontrolný betón (MC(0,45))
Zmrazovanie a topenie – súdržnosť po 50 cykloch	Vizuálna prehliadka	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$	$\geq 2,0 \text{ MPa}$
Náporové klopenie – súdržnosť po 30 cykloch	Vizuálna prehliadka	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$	$\geq 2,0 \text{ MPa}$
Cyklovanie za sucha – súdržnosť po 30 cykloch	Vizuálna prehliadka	$\geq 0,8 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$	$\geq 2,0 \text{ MPa}$

4.4.3 Príprava zmesi na vyplnenie vývrtov

Jadrové vývrty sme zaplňovali dvoma metódami (viď viac kapitola 3.2. Vybraté metódy zapravenia jadrových vývrtov). Pri miešaní betónovej zmesi na prípravu skúšobných betónových kociek sme použili laboratórnu miešačku, ale pri príprave betónovej zmesi na zaplňovanie jadrových vývrtov sme použili elektrické miešadlo (viac Obr. č. 16) a to kvôli značne menšiemu množstvu betónovej zmesi potrebnému na zapchatie tohto vývrtu. Obdobne sme postupovali aj pri príprave spravovacej hmoty triedy R4. Pomocou elektrického miešadla sme rozmiešali spravovaciu hmotu podľa postupu uvedeného na obale (viac informácií v prílohe č. 2).



Obr. č. 16 Príprava betónovej zmesi pomocou elektrického miešadla

4.4.4 Popis zatlačania betónovej zmesi

Aby sme simulovali reálnu situáciu z praxe, skúšobné kocky sme prilepili na drevenú dosku pomocou lepidla Mamut Glue Total (viac informácií v prílohe č. 3), aby sme im vytvoril „zadnú stenu“. Následne sme ju postavili tak, aby sme zatlačanie betónovej zmesi prevádzkali ako pri zvislej konštrukcii (viac Obr. č. 17).



Obr. č. 17 Vyskladanie vyvrtaných betónových kociek

Vnútorňú časť vývrtu sme pred zatláčaním betónovej zmesi navlhčili vodou, aby sme zabezpečili lepšiu priľnavosť medzi vnútornou časťou vývrtu a čerstvou betónovou zmesou. Čerstvú betónovú zmes sme zatlačali do vývrtu pomocou dusadla (viac Obr. č. 18) tak, aby bol čo najlepšie zhutnený a po zatvrdnutí tvoril plnohodnotnú náhradu za odobraný vývrt.

Ako je spomínane v kapitole 3.2 v druhej metóde sme vývrt zaplňovali betónovou zmesou a vrchná vrstva v hrúbke približne 2 cm bola opatrená spravovaciou hmotou triedy R4. Sanačná hmota bola v tejto vrstve vtlačaná pomocou murárskej lyžice.



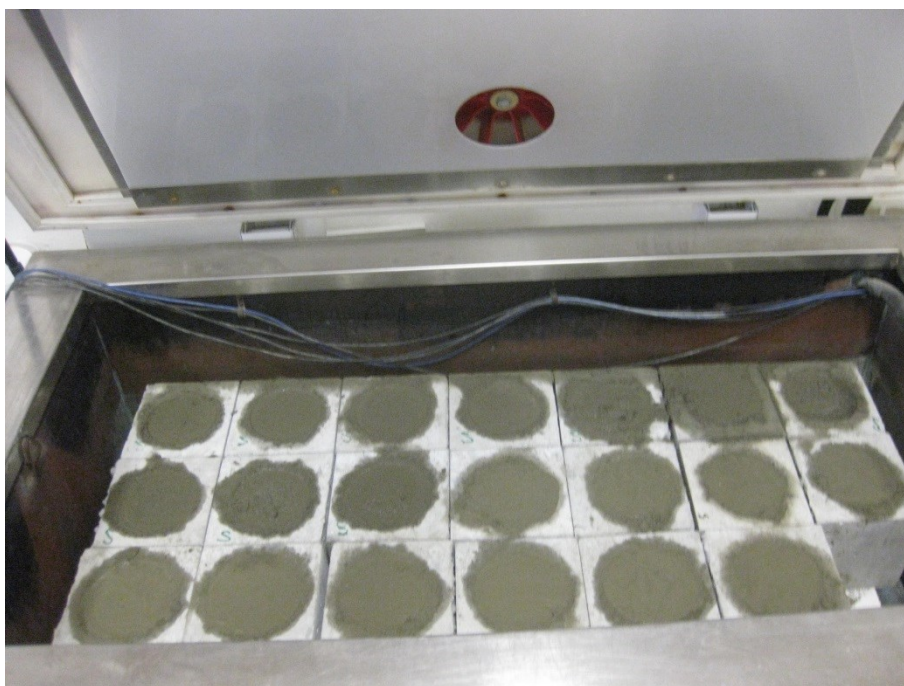
Obr. č. 18 Zatláčanie betónovej zmesi

4.4.5 Uloženie vzoriek

Po zapravení jadrových vývrtov boli vzorky uložené do prostredia, v ktorom sa nachádzali pred samotným zaplňovaním. Polovica skúšobných vzoriek bola uložená vonku, čiže bola podmienená vplyvom vonkajšieho prostredia (viac Obr. č. 19). Druhá polovica bola uložená v mrazničke aby sme simulovali prostredie s teplotou $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (viac Obr. č. 20).



Obr. č. 19 Uloženie vzoriek vo vonkajšom prostredí



Obr. č. 20 Uloženie vzoriek v mrazničke

5. Skúšanie vytvorených telies

Ako je už uvedené v kapitole 3. Výber skúšobných metód, skúšobné metódy boli vybraté na základe kritérií, ktoré mali priniesť čo najobjektívnejšie výsledky o kvalite zapravenia jadrových vývrtov. Doba, po ktorej sme skúšobné vzorky podmienili vybraným skúškam, zodpovedá zhruba času, ktorý je potrebný pre reálnu bežnú odstavku prevedenia diagnostiky konštrukcie.

5.1 Vyhodnotenie ultrazvukovej impulznej metódy

Skúška, ktorá bola prevedená pomocou ultrazvukového prístroja TICO, je popísaná v kapitole 3.3. Táto metóda mala priniesť poznatky z hľadiska kvality zhutnenia betónovej zmesi, ktorá bola zatlačovaná do jadrového vývrtu. Takže sledovaná hodnota pri tejto skúške bola rovnomernosť zhutnenia betónovej zmesi, resp. vyhľadávanie dutín vo vnútornej štruktúre vzorky. Hodnoty, ktoré sme zaznamenávali boli čas priechodu zvukových vln medzi zvukovými sondami t (μs) a rýchlosť zvukových vln v (m/s) (vid' Tabuľka č. 8). Meranie sa prevádzalo na všetkých druhov skúšobných kociek, ktoré sú uvedené v kapitole 4.4.2.

Ako bolo spomenuté, čím je rýchlosť ultrazvukových vln vyššia, tým má materiál lepšiu homogenitu. Spomalenie rýchlosti ultrazvukových vln je spôsobené prechádzaním alebo obchádzaním miest s defektmi a poruchami vzorky. Namerané hodnoty poukazujú na najlepšiu homogenitu **referenčných vzoriek – R**, reprezentujúce použitú betónovú zmes, čiže vzoriek, kde jadrové vývrty neboli vôbec prevedené. Toto zistenie potvrdzuje, že prevedené jadrové vývrty znížili homogenitu štruktúry materiálu, čo môže značiť nerovnomerné zhutnenie vtláčanej betónovej zmesi.

Efektívnosť tejto skúšky pri porovnávaní veľkosti jednotlivých rýchlostí ultrazvukových vln u skúšobných vzoriek medzi sebou je diskutabilná. Pri porovnávaní nebadáme žiadnu závislosť medzi nimi. Dôvodom môže byť aj fakt, že plocha, ktorá bola vystavená tomuto meraniu je malá a tak ťažko ju objektívne dávať do pomeru s reálnou konštrukciou.

Tabuľka č. 8 Namerané hodnoty pomocou ultrazvukového prístroja TICO

Označenie vzorky	t [μs]	v [m/s]	Ø t [μs]	Ø v [m/s]
R ₁	33,88	4 430	34,17	4 391
R ₂	34,50	4 350		
R ₃	34,14	4 394		
BV ₁	36,34	4 132	36,33	4 164
BV ₂	37,18	4 046		
BV ₃	35,46	4 236		
BM ₁	35,52	4 226	35,83	4 196
BM ₂	36,86	4 086		
BM ₃	35,10	4 276		
SBV ₁	36,26	4 142	36,06	4 164
SBV ₂	36,36	4 130		
SBV ₃	35,56	4 220		
SBM ₁	35,02	4 288	36,81	4 091
SBM ₂	36,44	4 120		
SBM ₃	38,96	3 864		

Meranie bolo prevedené na 3 kockách každej skúšobnej vzorky. Na každej kocky bolo prevedených 5 meraní na rôznych miestach. Uvedené hodnoty v tabuľke č. 8 predstavujú spriemerovanú hodnotu z týchto 5 meraní. Všetky namerané hodnoty sú uvedené v prílohe č. 4.

5.2 Vyhodnotenie skúšky odolnosti betónu proti pôsobeniu vody a CHRL

Táto skúška je vhodná pre povrch konštrukcie z cementového betónu, ktorý je vystavený pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok (CHRL) za cyklického striedania kladných a záporných teplôt, ako sa predpokladá napr. u povrchu

cementobetónových vozoviek. Doba, po ktorej sme nasadili naše skúšobné vzorky na túto skúšku bola 7 dní. Výsledky nameraných úbytkov sú zaznamenané v tabuľke č. 6.

Tabuľka č. 9 Namerané hodnoty hmotnostných úbytkov po 25. cykloch

Označenie vzorky	Hmotnosť úbytku [g]	Veľkosť skúšobného povrchu [m ²]	ρ_a [g/m ²]
R	68,17	0,0225	3 030
BV	96,23	0,0225	4 277
BM	55,21	0,0225	2 454
SBV	72,99	0,0225	3 244
SBM	14,65	0,0225	651

Podľa tabuľky č. 3 Zatriedenie povrchov skúšobných plôch v kapitole 3.4, môžeme zatriediť jednotlivé skúšobné vzorky do stupňa porušenia. Vzorky **R**, **BV** a **SBV** zatriedime do stupňa porušenia 5 čo značí rozpadnutý povrch a podiel výskytu častíc nad 4 mm viac ako 20 % z hmotnosti odpadu. Vzorku **BM** zatriedime do stupňa porušenia 4, čiže povrch silne narušený a podiel častíc nad 2 mm cez 500 g/m² z hmotnosti odpadu. Najmenšie množstvo odpadu zaznamenávame u vzorky **SBM** a zatriedime ju do stupňa narušenia 3 ako povrch narušený. Podiel častíc je rovnako ako u stupňa narušenia 4, čiže podiel častíc nad 2 mm cez 500 g/m² z hmotnosti odpadu.

Najhoršie výsledky sme zaznamenali u vzoriek, ktoré boli počas celého ich procesu vzniku umiestnené vo vonkajšom prostredí (BV, SBV), resp. v laboratórnych podmienkach (R). U vzoriek, ktoré boli umiestnené pred a aj po vyplnení otvorov do mrazničky s teplotou -5°C (BM, SBM), sme zaznamenali menšie úbytky. Ale aj tak ich zaradíme do stupňa porušenia 3 resp. 4. Dôvodom dosiahnutia lepších výsledkov u týchto vzoriek môže byť fakt, že nebolo možné zabezpečiť rovnakú teplotu aj počas zaplňania otvorov, a tak vzorky museli byť počas zaplňania vybraté z mrazničky. Tým vzniká hypotéza, že vzorky mohli prekonať jeden cyklus striedavého zamrazovania a rozmrazovania, na čom je založený princíp tejto skúšky.

U vzorky **SBM** zaznamenávame výrazne nižšie množstvo úbytku hmotnosti oproti ostatným vzorkám. Tu treba zohľadniť povrch zaplneného otvoru opatrený sanačnou hmotou, ktorý má zjavne lepšiu odolnosť proti pôsobeniu vody a CHRL. Ten zaznamenávame aj v porovnaní vzorky **BV** a **SBV**, keď u vzorky BV sme namerali približne o 1 000 g/m² úbytku viac ako u vzorky SBV. Na obr. č. 21 je viditeľná lepšia odolnosť povrchu opatreného sanačnou hmotou oproti povrchu samotnej betónovej zmesi.



Obr. č. 21 Povrch opatrený sanačnou hmotou



Obr. č. 22 Povrch referenčnej kocky



Obr. č. 23 Povrch skúšobnej kocky vyplnený betónovou zmesou

5.3 Vyhodnotenie skúšky priesaku tlakovou vodou

Na skúšku priesaku tlakovou vodou boli nasadené všetky skúšobné vzorky. Vzorky **SBV** ihneď po nasadení preukazovali očividné prepúšťanie tlakovej vody (viď Obr. č. 22 Zaznamenaný priesaku u vzorky SBV). U vzoriek **BV** bol tento proces podobný, ale nie až tak očividný. U vzoriek **SBM** sme zaznamenali priesak tlakovou vodou na povrchu skúšobnej kocky po jednom dni. Jedinou skúšobnou vzorkou, ktorá bola podmienená tejto skúške počas celej skúšobnej doby (3dni) s tým, že nepreukazovala žiadne stopy priesaku tlakovej vody na povrchu, bola vzorka **BM**. Pre porovnanie bola touto skúškou podmienená aj referenčná kocka **R**.

Na to aby sme stanovili hĺbku priesaku tlakovou vodou na oboch skúšobných vzorkách (BM, R), museli sme ihneď po ukončení skúšky podmieniť tieto vzorky skúške na priečny ťah. Pomocou tejto skúšky sa skúšobné teleso rozlomí v polovici, kolmo k povrchu, na ktorý pôsobil vodný tlak. Ihneď ako lomová plocha oschla natoľko, že bolo zreteľne vidieť priesak vody, označila sa hranica priesaku na skúšobnom telese. Následne sa zmerala najväčšia hĺbka priesaku tlakovej vody na najbližší milimeter.



Obr. č. 24 Znážornenie priesaku tlakovou vodou u vzorky SBV

Pri vzorke **BM** sme zaznamenali najväčšiu hĺbku priesaku tlakovou vodou **128 mm** (vid' Obr. č. 23). Pri vzorke **R** sme zaznamenali hĺbku priesaku tlakovou vodou **24 mm** (vid' Obr. č. 24).



Obr. č. 25 Hĺbka priesaku tlakovou vodou vzorky BM



Obr. č. 26 Hĺbka priesaku tlakovou vodou vzorky R

Príčinou priesaku tlakovej vody u vzorky SBV a BV ihneď po nasadení je nedostatočné zhutnenie vtlačanej betónovej zmesi. Obe tieto vzorky boli počas celého procesu ich vzniku vo vonkajšom prostredí. Vzorky, ktoré boli po celý čas v mrazničke, dosahovali lepšie výsledky. Pri vzorkách SBM sme na povrchu zaznamenali priesak vody asi po prvom dni a vzorky BM vydržali počas celý predpísaný čas. Tu treba ale zohľadniť fakt, že vzorky pri prevádzaní zaplňovania jadrových vývrtov boli do mrazničky prevezené pomocou paletového vozíka. Po zaplnení a prevezení po nerovnomernom povrchu dochádzalo k malým vibráciám čo zabezpečilo lepšie zhutnenie týchto zaplnených otvorov. To môžeme považovať za príčinu dosiahnutia lepších výsledkov vzoriek, ktoré boli umiestnené v mrazničke.

5.4 Vyhodnotenie nasiakavosti betónu

Nasiakavosť bola prevedená na referenčnej skúšobnej kocke a na dvoch valcoch, ktoré sme získali z dvoch skúšobných kociek,, konkrétne BV a BM. Tieto skúšobné kocky sme podmienili skúške pevnosti v tlaku. Po tejto skúške sa zatlačovaná betónová zmes do vytvoreného jadrového vývrtu v tvare valca oddelila od okolitého betónu. Z týchto valcoch sme následne stanovili nasiakavosť.

Nasiakavosť bola stanovená aj na samotnej sanačnej hmote. Ako je uvedené v kapitole 4.4.2 , vrchná vrstva u vzoriek SBV a SBM bola opatrená sanačnou hmotou. Po prevedení skúšky na pevnosť v tlaku pri týchto vzorkách, sa táto vrstva sanačnej hmoty oddelila od zatlačovanej betónovej zmesi. Nasiakavosť bola následne stanovená na týchto oddelených častiach. Sanačná hmota aplikovaná vo vonkajšom prostredí nesie označenie **SV**. Pri vzorkách, ktoré boli umiestnené v mrazničke nesie sanačná hmota označenie **SM**.

Tabuľka č. 10 Namerané hodnoty hmotnostnej nasiakavosti

Označenie vzorky	Hmotnosť nasiaknutej vzorky [kg]	Hmotnosť vysušenej vzorky [kg]	Hmotnostná nasiakavosť [%]
R	8,02	7,92	1,30
BV	2,75	2,63	4,55
BM	2,60	2,48	4,73
SV	0,86	0,77	10,47
SM	0,48	0,44	8,33

Ako sme očakávali, referenčná kocka R má najnižšiu nasiakavosť. BV a BM majú v porovnaní s ňou nasiakavosť vyššiu. Dôvodom je vznik vzduchových pórov, ktoré vznikli pri zatlačovaní betónovej zmesi do vytvoreného jadrového vývrtu. Pri výrobe referenčnej kocky do skúšobných foriem, bola počas jej zhutňovania vibrovaná na vibračnom stolíku čo zabezpečilo minimálny výskyt vzduchových pórov.

5.5 Vizuálne vyhodnotenie skúšobných vzoriek

Vizuálna prehliadka je neodmysliteľnou úvodnou časťou každého prieskumu, pomocou ktorej možno bez väčších nákladov a včas odhaliť poruchy i v tom najranejšom štádiu. Táto prehliadka v sebe zahŕňa okrem iného aj kontrolu geometrického tvaru konštrukčných prvkov. [14]

Vizuálnym hodnotením skúšobných vzoriek sa preukázala kvalita zapravenia vzniknutých otvorov po jadrových vývrtoch. V prvom kroku sme skúšobnú kocku vyplnenú betónovou zmesou a sanačnou hmotou podmienili skúške na priečny ťah. Skúšobná kocka sa rozlomila v polovici, v smere pôsobenia skúšobného prístroja. Pre lepšiu viditeľnosť sme jednu polovicu zabrusili tak aby tvorila hladký povrch (viď Obr. č. 27).



Obr. č. 27 Zabrusený povrch skúšobnej vzorky po priečnom ťahu

Pri vizuálnej analýze tohto skúšobného telesa, ako je vidno na obr. č. 28, nachádzame v oblasti č. 1 vzduchové medzery v hornej časti, medzi vnútornou stenou skúšobného telesa a zatlačovanou betónovou zmesou. Tento fakt je spôsobený sadnutím betónovej zmesi počas jej zatlačovania do vytvoreného otvoru vplyvom gravitácie. Ďalej na tomto obrázku v oblasti č. 2 nachádzame v spodnej časti obsah väčších zŕn kameniva. To je rovnako spôsobené sadnutím zatlačovanej betónovej zmesi.

Ako je uvedené v kapitole 4.4.4 na vytvorenie „zadnej steny“ sme nalepili vyvŕtané skúšobné kocky na dosku. Po vytvrdnutí a odlepení týchto skúšobných vzoriek od dosky sme mohli hodnotiť kvalitu zapravenia zadnej časti skúšobnej kocky.

Pri skúšobných vzorkách, ktoré boli počas celého procesu ich vzniku umiestnené vo vonkajšom prostredí, nachádzame vzduchové medzery medzi vnútornou stenou otvoru a zatlačovanou betónovou zmesou (viď Obr. č. 29). Tento nedostatok vyplýva z nedostatočnej súdržnosti práve medzi vnútornou stenou skúšobnej vzorky a zatlačovanou čerstvou betónovou zmesou. Rovnako badáme vzduchové póry na zadnej strane spôsobené nedostatočným zatlačovaním betónovej zmesi.



Obr. č. 28 Zabrušený povrch s naznačenými oblasťami



Obr. č. 29 Zadná strana zaplneného otvoru

U skúšobných vzoriek, ktoré boli umiestnené v mrazničke, tieto nedostatky nedostatočnej súdržnosti na zadnej strane nenachádzame. Tu treba ale opäť zohľadniť fakt, ako je spomenuté aj v kapitole 5.3 prevoz skúšobných vzoriek pomocou paletového vozíka, čo zapríčinilo lepšie zhutnenie betónovej zmesi.

Na vizuálne hodnotenie zaplneného otvoru a vnútornej strany skúšobnej vzorky ako celku, sme skúšobné vzorky podmienili skúške na pevnosť v tlaku. Po vykonaní tejto skúšky sa vyplnený otvor ako celok úplne oddelil od vnútornej steny skúšobného vzorku, čím poukazujeme na nedostatočnú súdržnosť medzi nimi.

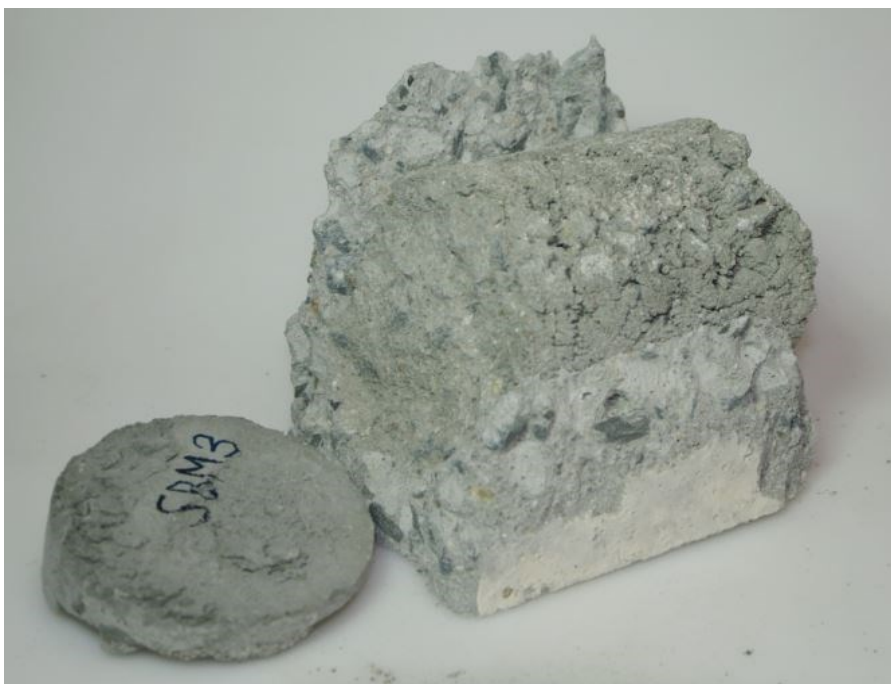
Pri vzorkách, umiestnených po celý čas ich vzniku v mrazničke, po vykonaní skúšky v tlaku a oddelení zaplnenej betónovej zmesi od vnútornej steny skúšobnej vzorky bádame na povrchu vyplneného otvoru pomerne veľké vzduchové póry (viď obrázok č. 30). Vznik týchto vzduchových pórov nemožno považovať z dôvodu nedostatočného zhutnenia, pretože ako už bolo spomenuté, pri týchto vzorkách sme zaznamenali lepšie zhutnenie z dôvodu ich prevozu. Príčinou ich vzniku je, že proces tuhnutia betónovej zmesi prebiehal pri teplotách menších ako $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (konkrétne $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ako je obecné známe, hydratácia cementu sa pri teplotách pod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ prakticky zastavuje. Tým sa výrazne spomaľuje vývoj pevnosti betónu.

Vzniknuté vzduchové póry umožňujú prenikanie vody. Pri prechode vody do tuhého skupenstva sa jej objem zväčšuje o 9 %. Zamrznutím vody v pórovej štruktúre betónu, ktorý ešte nemá dostatočnú pevnosť, dôjde k nenávratnému zhoršeniu jeho mechanických vlastností.



Obr. č. 30 Pohľad na skúšobnú vzorku SBM po vykonaní skúšky na pevnosť v tlaku

Rovnako zaznamenávame nedostatočnú súdržnosť medzi zatlačovanou betónovou zmesou a vrstvou sanačnej hmoty (viď Obr. č. 31). Technický list od sanačnej hmoty uvádza, že nie je nutné nanášať spojovací mostík. Ďalej ale uvádza, že podklad, na ktorý je sanačná hmota nanášaná, musí byť čistý, pevný a nosný. Keďže sme chceli simulovať reálnu situáciu z praxe, sanačná hmota bola aplikovaná iba po pár minútach od aplikovania čerstvej betónovej zmesi. A to zrejme zapríčinilo nedostatočnú súdržnosť medzi betónovou zmesou a sanačnou hmotou.



Obr. č. 31 Znážornenie nedostatočnej súdržnosti medzi betónovou zmesou a sanačnou hmotou



Obr. č. 32 Pohľad na skúšobnú vzorku SBV po vykonaní skúšky na pevnosť v tlaku

Pri vzorkách, umiestnených po celý čas ich vzniku vo vonkajšom prostredí, nachádzame takmer rovnaké príznaky ako u vzoriek umiestnených v mrazničke. Rovnako zaznamenávame nesúdržnosť medzi výplňovou betónovou zmesou a vnútornou stenou skúšobnej vzorky, ako aj nesúdržnosť betónovej zmesi a sanačnej hmoty. Ako je vidno na obr. č. 32, rozdiel avizujeme v povrchu výplne otvoru, kde na rozdiel od vzoriek, umiestnených v mrazničke, nebadáme takmer žiadne vzduchové póry.

6. Záver

Rozsah zistených poznatkov pomocou jadrových vývrtov pri diagnostike betónových konštrukcií je veľký. Vďaka tejto deštruktívnej metóde môžeme získať viacero informácií o diagnostikovanej konštrukcii, ktoré sú potrebné k jej prípadnej sanácii. Snahou bolo získať čo najviac poznatkov o vplyve týchto prevedených jadrových vývrtov na kvalitu diagnostikovanej konštrukcie. Na to boli skúšobné vzorky podmienené skúškam, ktoré mali simulovať skutočné prostredie vplývajúce na betónové konštrukcie.

Použité skúšobné vzorky, ktoré sme podmienili skúšobným metódam, sme hodnotili v dvoch rôznych klimatických podmienkach. Skúšobné vzorky boli počas procesu ich vzniku vystavené klimatickým podmienkam vonkajšieho prostredia ako aj záporným teplotám konkrétne teplote -5°C .

Pri **ultrazvukovej impulznej metóde** rýchlosť prechodu ultrazvuku materiálom je závislá na fyzikálne mechanických vlastnostiach. Naše skúšobné vzorky boli vystavené tejto skúške a následne porovnané s referenčnou kockou R. Sledovanou hodnotou teda bolo poukázať na homogenitu skúšobnej vzorky. Ako je uvedené v kapitole 3.3, čím je rýchlosť ultrazvukových vln vyššia, tým je homogenita meranej vzorky lepšia. Prevedená skúška poukázala na najlepšiu homogenitu referenčnej vzorky R, čiže betónovej kocky kde nebol prevedený žiadny vývrt. U ostatných vzoriek boli poukázané menšie rýchlosti, čiže môžeme poukázať na zhoršenú homogenitu štruktúry skúšobnej vzorky. Za príčinu zníženia rýchlosti šírenia ultrazvukových vln môžeme považovať vzniknuté dutiny, resp. nerovnomernosť sadnutia zatlačovanej betónovej zmesi. Efektívnosť tejto skúšky pri porovnaní výsledkov skúšobných vzoriek (nerátajúc referenčnú vzorku R) nebadáme žiadnu výraznú závislosť medzi nimi.

Skúškou **odolnosti betónu proti pôsobeniu vody a CHRL** sme povrch skúšobnej vzorky hodnotili z hľadiska jeho odolnosti voči týmto vplyvom. Vyjadrená hodnota predstavovala hmotnostný úbytok po vykonaní tejto skúšky. Pri zhodnotení tejto skúšky z hľadiska metódy jeho zapravenia sme dospeli k záveru, že vzorky, ktorých povrch bol opatrený sanačnou hmotou odolávali lepšie pôsobeniu týchto vplyvov.

Na skúške **priesaku tlakovou vodou** ostala nasadená po celú predpísanú dobu jediná vzorka (nerátajúc referenčnú vzorku R) **BM**. U tejto vzorky zaznamenávame hĺbku priesaku 128 mm a u referenčnej kocky R 24 mm. Rovnako aj pri tejto skúške ťažko hľadať závislosť medzi jednotlivými skúšobnými vzorkami. Pri vzorkách umiestnených v mrazničke

nachádzame, v porovnaní so vzorkami podliehajúcich vonkajšiemu prostrediu, väčšie vzduchové póry na povrchu zatvrdnutej výplňovej betónovej zmesi. Paradoxne vzorka BM (umiestnená v mrazničke) vykazovala najlepšie výsledky.

Pri **vizuálnom vyhodnotení** sme získali náhľad do vnútornej štruktúry skúšobného vzorku. Pomocou skúšky na priečny ťah a skúšky na pevnosť v tlaku sme mohli analyzovať súdržnosť zatlačovanej betónovej zmesi s vnútornou stenou vytvoreného otvoru. Tú môžeme považovať za nedostatočnú. Zlá súdržnosť, ako je viditeľné napr. v kapitole 5.5 na obr. č. 28, je badateľná najmä pri hornom okraji zaplňovaného otvoru. Rovnako môžeme poukázať na obsah väčších zŕn kameniva vplyvom sadania betónovej zmesi. Pozoruhodným je aj výskyt väčších pórov na povrchu zatvrdnutej zaplňovanej zmesi u vzoriek umiestnených v mrazničke, v porovnaní so vzorkami vo vonkajšom prostredí.

Zo zistených poznatkov z tejto práce môžeme konštatovať, že najväčším problémom je **nesúdržnosť** vtláčanej betónovej zmesi do vytvoreného otvoru s vnútornou stenou vyvŕtaného otvoru. Lepšiu súdržnosť je možné zabezpečiť vytvorením **adhézneho mostíka** tzv. medzivrstvou medzi pôvodným betónom a čerstvou betónovou zmesou. V tomto hodnotení ale nemožno pozabudnúť na vplyvajúci ľudský faktor na **kvalitu zatlačovania betónovej zmesi**. To je jeden z ďalších očakávaných poznatkov, ktoré vplyvajú na celkové hodnotenie vplyvu zapravených otvorov.

Pri návrhu ďalších vhodných skúšok by bolo zaujímavé z hľadiska súdržnosti podmieniť zaplnený otvor odtrhovej skúške. Nedostatočná súdržnosť bola však už dokázaná a tak z hľadiska jej zlepšenia by bola vhodná, ako už bolo opomenuté, aplikácia adhezného mostíka. Tá by mala súdržnosť vytvorením medzivrstvy vylepšiť. Následne by sa aplikovali rovnaké skúšobné metódy a pozorovalo jej prípadne zlepšenie vlastností. Kvalita zatlačovania betónovej zmesi je faktor, ktorý pri zatlačovaní pomocou dusadla ľudskou činnosťou len ťažko ovplyvniť, resp. predvídať čo najlepšie zhutnenie. A tak by bolo zaujímavé zaoberať sa univerzálnou „pomôckou“, ktorá by zabezpečila vtláčanie betónovej zmesi, jej dokonalé vyplnenie bez vzniknutých pórov, resp. minimalizovať ich vznik na toľko, aby ich výskyt neznižoval ich kvalitu. Merítkom pre stanovenie kvality zapraveného vývrtu by rovnako ako v tejto práci bola referenčná kocka, ktorá nebola podmienená jadrovému vývrtu.

7. Pod'akovanie

Rád by som sa poďakoval Ing. Davidovi Bujdošovi za odborné vedenie a cenné rady, ktoré mi poskytol počas písania tejto práce.

Rovnako by som rád poďakoval laboratóriu stavebných hmôt, na čele s vedúcim laboratórií Ing. Liborom Židkom za umožnenie vykonávania odborných skúšok, potrebných na zhotovenie tejto práce.

8. Zoznam použitých prameňov

Technické normy:

- [1] ČSN EN 12504-1: Skúšanie betónu v konštrukciách – Časť 1: Vývrty, odbery, vyšetrenie a skúšanie v tlaku, Český normalizačný inštitút, 2009
- [2] ČSN EN 206-1: Betón – Časť 1: Špecifikácie, vlastnosti, výroba a zhoda, Český normalizačný inštitút, 2001
- [3] ČSN 73 1371: Nedeštruktívne skúšanie betónu – Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu, Český normalizačný inštitút, 2011
- [4] ČSN 73 1326: Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok, Český normalizačný inštitút, 1985
- [5] ČSN EN 12390-8: Skúšanie stvrdnutého betónu – Časť 8: Hĺbka priesaku tlakovou vodou, Český normalizačný inštitút, 2009
- [6] ČSN 73 1316: Stanovenie vlhkosti nasiakavosti a vzlínavosti betónu, Český normalizačný inštitút, 1990
- [7] ČSN EN 12350-2: Skúšanie čerstvého betónu – Časť 2: Skúška sadnutím, Český normalizačný inštitút, 2009
- [8] ČSN 73 1315: Stanovenie hmotnosti, hustoty, hutnosti a pórovitosti betónu, Český normalizačný inštitút, 1990
- [9] ČSN EN 1504-3: Výrobky a systémy pre ochranu a opravu betónových konštrukcií – Definície, požiadavky, kontrola kvality a hodnotenie zhody – Časť 3: Opravy so statickou funkciou a bez statickej funkcie, Český normalizačný inštitút, 2006

Literatúra:

- [10] BILČÍK, Juraj. *Sanace betonových konstrukcí*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 151 s. ISBN 80-889-0524-9.
- [11] DROCHYTKA, Rostislav. *Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí TPSSBK III*. Brno: Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, 2012, 265 s. ISBN 978-80-260-2210-7.
- [12] EMMONS, Peter H. *Sanace a údržba betonu v ilustracích*. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 334 s. ISBN 08-762-9286-4.
- [13] JÍLEK, Antonín a Václav NOVÁK. *Betonové stavitelství I*. Praha: SNTL, 1986, 731 s.
- [14] SCHLOSSER, František a kol. *Technológia stavieb*. Žilina: EDIS-vydavateľstvo Žilinskej univerzity, 2012, 658 s. ISBN 978-80-554-0622-0.
- [15] SVOBODA, Luboš. *Stavební hmoty*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2004, 471 s. ISBN 80-807-6007-1.
- [16] ŽIDEK, Libor. *Technické měření a diagnostika staveb*. Ostrava, 2013

Internetové odkazy:

- [17] Aplikácia pravdepodobnostných modelov degradácie na zvýšenie kvality betónových konštrukcií [online]. 2013 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/>
- [18] Betónové povrchy [online]. 2012 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.valor.sk/betonove-povrchy/>
- [19] KURKOVÁ, Zuzana a Libor ŽIDEK. Návod do cvičení z laboratoří stavebních hmot [online]. 2005 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/206/Laborator/Downloads/Stav/Literatura/laboratore.pdf>
- [20] ŽIDEK, Libor. Základy technického měření (měření pomocí ultrazvuku) [online]. 2009 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z http://www.fast.vsb.cz/export/sites/fast/206/cs/resene-projekty/frvs-2009-2529/4b_zaklady_techickeho_mereni_mereni_pomoci_ultrazvuku.pdf

Zoznam obrázkov

- Obr. č. 1 Znázornenie pôsobenia korózie I. druhu
- Obr. č. 2 Znázornenie pôsobenia korózie II. druhu
- Obr. č. 3 Znázornenie pôsobenia korózie III. druhu
- Obr. č. 4 Mikrobiologické vplyvy
- Obr. č. 5 Pôsobenie korózie minerálnymi tukmi a olejmi
- Obr. č. 6 Alkalicko-kremičitá reakcia kameniva
- Obr. č. 7 Valcový zaťažovací segment
- Obr. č. 8 Merací ultrazvukový prístroj TICO
- Obr. č. 9 Príklad usporiadania skúšky
- Obr. č. 11 Vŕtacia sústava
- Obr. č. 12 Miesto osadenia dreveného klinu
- Obr. č. 13 Porušenie betónovej kocky pri vyberaní vývrtu
- Obr. č. 14 Druhá experimentálna skúška
- Obr. č. 15 Tretia experimentálna skúška
- Obr. č. 16 Príprava betónovej zmesi pomocou elektrického miešadla
- Obr. č. 17 Vyskladanie vyvŕtaných betónových kociek
- Obr. č. 18 Zatláčanie betónovej zmesi
- Obr. č. 19 Uloženie vzoriek vo vonkajšom prostredí
- Obr. č. 20 Uloženie vzoriek v mrazničke
- Obr. č. 21 Povrch opatrený sanačnou hmotou
- Obr. č. 22 Povrch referenčnej kocky
- Obr. č. 23 Povrch skúšobnej kocky vyplnený betónovou zmesou
- Obr. č. 24 Znázornenie priesaku tlakovou vodou u vzorky SBV
- Obr. č. 25 Hĺbka priesaku tlakovou vodou vzorky BM
- Obr. č. 26 Hĺbka priesaku tlakovou vodou vzorky R
- Obr. č. 27 Zabrusený povrch skúšobnej vzorky po priečnom ťahu
- Obr. č. 28 Zabrusený povrch s naznačenými oblasťami

Obr. č. 29 Zadná strana zaplneného otvoru

Obr. č. 30 Pohľad na skúšobnú vzorku SBM po vykonaní skúšky na pevnosť v tlaku

Obr. č. 31 Znážornenie nedostatočnej súdržnosti medzi betónovou zmesou a sanačnou hmotou

Obr. č. 32 Pohľad na skúšobnú vzorku SBV po vykonaní skúšky na pevnosť v tlaku

Zoznam tabuliek

Tabuľka č. 1 Stupne vplyvu prostredia

Tabuľka č. 2 Prehľad rôznych degradačných procesov a ich príčin

Tabuľka č. 3 Zatriedenie povrchov skúšobných plôch

Tabuľka č. 4 Receptúra použitého betónu

Tabuľka č. 5 Klasifikácia podľa sadnutia kužeľa

Tabuľka č. 6 Pevnosti betónu v tlaku

Tabuľka č. 7 Požadované základné parametre správkových hmôt

Tabuľka č. 8 Namerané hodnoty pomocou ultrazvukového prístroja TICO

Tabuľka č. 9 Namerané hodnoty hmotnostných úbytkov po 25 cykloch

Tabuľka č. 10 Namerané hodnoty hmotnostnej nasiakavosti

9. Prílohy

- Príloha č. 1 Technický list epoxidového lepidla Sikadur®-31 CF
- Príloha č. 2 Technický list sanačnej hmoty Emaco Nanocrete R4
- Príloha č. 3 Technický list lepidla Mamut Glue Total
- Príloha č. 4 Zoznam nameraných hodnôt z ultrazvukovej impulzovej metódy

Príloha č. 1: Technický list epoxidového lepidla Sikadur®-31 CF


Construction

Technický list
Vydání 23/12/2008
Identifikační č.:
02 04 02 03 001 0 000043
Sikadur®-31 CF Rapid

Sikadur®-31 CF Rapid

Lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice

Popis výrobku	Thixotropní 2 - komponentní konstrukční lepidlo a opravná malta na bázi epoxidové pryskyřice a speciálních plniv, bez rozpouštědel. Použitelná v teplotním rozmezí +5°C až 20 °C, i ve vlhkém prostředí.
Použití	<p>Stavební lepidlo a lepicí malta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ beton, kámen, keramiku ■ maltu a omítky ■ ocel, železo, hliník ■ dřevo a dřevotřískové desky ■ azbestocement ■ polyester, epoxid ■ sklo <p>Opravná malta a tmel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ okraje a rohy ■ díry, hnízda v betonu ■ na vertikální plochy a pro práci nad hlavou <p>Výpíné spár a zabíjení trhlin</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ opravy boků spár a trhlin na svislých plochách a v rozích
Vlastnosti / výhody	<ul style="list-style-type: none"> ■ jednoduché míchání a aplikace ■ vhodný pro suchý i vlhký betonový podklad ■ výborná přídržnost k většině stavebních materiálů ■ thixotropní – nestéká při aplikaci na vertikálních plochách nebo nad hlavou ■ bez rozpouštědel ■ vytvrzuje bez smíšťování ■ komponenty mají odlišnou barvu pro snadší orientaci během míchání ■ použití bez primeru ■ vysoká počáteční a konečná mechanická odolnost ■ vysoce odolný proti abrazi ■ nepropustný pro páry a tekutiny ■ vysoce chemicky odolný
Testy	
Zkušební zprávy	Vyhovuje požadavkům normy ČSN EN 1504-4.



Sikadur®-31 CF Rapid

Údaje o výrobku

Barva	Komponent A: bílá Komponent B: tmavě šedá Směs A+B: betonově šedá
Balení	6 kg (A+B): předem nadvážené množství, paleta 480 kg (80 x 6 kg) 1,2 kg (A+B): předem nadvážené množství, krabice (6 x 1,2 kg)

Skladování

Podmínky skladování / Trvanlivost	24 měsíců od data výroby v neponíženém originálním balení v suchu a při teplotách +5°C až +30°C. Chraňte před přímým slunečním zářením.
--	---

Technické údaje

Chemická báze	Epoxidová pryskyřice.
Objemová hmotnost	$1,94 \pm 0,1$ kg/l (směs A+B) (při +23°C)
Štěkavost	do tloušťky 15 mm nestěká na svislých plochách (dle EN 1799)
Tloušťka vrstvy	30 mm max. Při větší síle vrstvy pracujte v několika krocích. Nemíchejte další balení, dokud není zpracováno již namíchané balení, zabraňte zkrácení doby zpracovatelnosti.
Objemové změny	Vytvrzuje bez smrštění.
Koeficient teplotní roztažnosti	$6,1 \times 10^{-5}$ na °C (+23°C až +60°C). (dle EN 1770)
Teplotní stabilita	Heat Deflection Temperature (HDT) – teplotní deformace (dle ISO 75) HDT = +49°C (7 dní / +23°C), síla vrstvy 10 mm

Mechanické / Fyzikální vlastnosti

Pevnost v tlaku (dle EN 196)

Doba zrání	Teplota při zrání	
	+5°C	+20°C
1 den	33 - 43 N/mm ²	52 - 62 N/mm ²
3 dny	53 - 63 N/mm ²	58 - 68 N/mm ²
7 dní	58 - 68 N/mm ²	69 - 79 N/mm ²

Pevnost v ohybu (dle EN 196)

Doba zrání	+5°C	+20°C
1 den	9 - 19 N/mm ²	21 - 31 N/mm ²
3 dny	16 - 26 N/mm ²	23 - 33 N/mm ²
7 dní	21 - 31 N/mm ²	25 - 35 N/mm ²

Pevnost v tahu (dle ISO 527)

Doba zrání	+5°C	+20°C
1 den	1 - 11 N/mm ²	11 - 21 N/mm ²
3 dny	13 - 23 N/mm ²	12 - 22 N/mm ²
7 dní	13 - 23 N/mm ²	14 - 24 N/mm ²

Přilíznost	(dle EN ISO 4624, EN 1542, EN 12188)		
	Doba zrání	Teplota	Podklad
	1 den	+20°C	Suchý beton
	1 den	+20°C	Vlhký beton
	1 den	+10°C	Ocel
	3 dny	+5°C	Ocel
	3 dny	+10°C	Ocel
	3 dny	+20°C	ocel
přilíznost			
> 4 N/mm ²			
> 4 N/mm ²			
6 - 10 N/mm ²			
10 - 14 N/mm ²			
11 - 15 N/mm ²			
13 - 17 N/mm ²			
Modul pružnosti			
V tlaku: 5000 N/mm ² (14 dní, při teplotě +23°C)		(dle ISO 527)	
V tahu: 5500 N/mm ² (14 dní, při teplotě +23°C)		(dle ASTM D695)	
Průtažnost	0,5 ± 0,1% (7 dní, +20°C) (dle ISO 75)		
Informace o systému			
Aplikační podrobnosti			
Spotřeba / Dávkování	~ 1,94 kg/m ² na 1 mm tloušťky		
Kvalita podkladu	<p>Malta nebo beton musí být starší než min. 28 dní (záleží na požadavcích na pevnost).</p> <p>Změřte pevnost podkladu (betonu, přírodního kamene...)</p> <p>Podklad musí být čistý, bez volných a pískových částic a bez prachu. Rovněž odstraňte všechny předchozí nátěry.</p> <p>Povrchy z oceli musí být očištěny na Sa 2.5.</p> <p>Povrch musí být zdravý a zbavený všech volných částic. Doporučujeme nejprve provést zkoušení vzorek.</p>		
Příprava podkladu	<p>Beton, malta, kámen, cihly:</p> <p>Podklad musí být rovný, suchý, čistý, bez volných částic, špíny, mastnoty, předchozích nátěrů a jiného oleštění. Snažte se dosáhnout obnažené struktury povrchu.</p> <p>Ocel:</p> <p>Povrch z oceli musí být důkladně očištěn vhodnou metodou. Nepracujte při teplotách blízkých rosnému bodu.</p> <p>Ostatní povrchy (polyester, epoxid, sklo, keramika):</p> <p>Na tyto podklady aplikujte Sikafloor®-156 (primer) a poté metodou „mokrá do mokrého“ Sikadur®-31 CF Normal...</p>		
Aplikační podmínky / Omezení			
Teplota podkladu	+5°C min. / +20°C max.		
Teplota okolí	+5°C min. / +20°C max.		
Teplota materiálu	Sikadur®-31 CF Rapid musí být nanášen při teplotách +5°C až +20°C.		
Vlhkost podkladu	Pokud nanášíte Sikadur®-31 CF Normal na matově vlhký podklad, je nutné ho do podkladu důkladně zapravit.		
Rosný bod	Pozor na kondenzaci!		
	Teplota podkladu během aplikace musí být minimálně o 3°C vyšší než je teplota rosného bodu.		

Sikadur®-31 CF Rapid

Aplikace

Poměr míchání

Komponent A : komponent B = 2 : 1 hmotnostně nebo objemově

Míchání

Předem nadávkované množství:

Již nadávkované komponenty z balení míchejte dohromady asi 3 minuty, dokud nedosáhnete rovnoměrné konzistence a šedé barvy. Pro míchání použijte speciální míchadlo a nízkotáčkovou elektrickou míchačku (max. 600 ot./min.). Směs přelijte do čisté nádoby a pokračujte v míchání ještě asi 1 minutu. Snažte se, aby se do směsi dostalo pokud možno co nejméně vzduchu. Připravujte si vždy pouze takové množství, které v danou chvíli spotřebujete.

Způsob aplikace / Nářadí

Pokud Sikadur®-31 CF Normal používáte jako lepidlo v tenké vrstvě, nanášejte ho pomocí špachtle, lžice nebo rukama v rukavicích.

Pokud Sikadur®-31 CF Normal používáte jako opravnou maltu, použijte bednění.

Pokud Sikadur®-31 CF Normal používáte pro lepení kovových profilů na svislý povrch, minimálně 12 hodin (v závislosti na síle vrstvy – ne více než 5 mm) po nalepení fixujte.

Po vytvrzení vyzkoušejte adhezi poklepním kladivem.

Čištění nářadí

Očistěte veškeré použité nářadí ihned po ukončení práce pomocí Sika® Colma Cleaner. Ztvrdlý materiál lze vyčistit pouze mechanicky.

Doba zpracovatelnosti

Množství: 200 g

(dle EN ISO 9514)

+5°C	+10°C	+20°C
~ 60 minut	~ 55 minut	~ 45 minut

Doba zpracovatelnosti začíná smícháním obou komponentů (pryskyřice a tvrdidla). Při nižších teplotách dochází k prodloužení doby zpracovatelnosti, naopak při vyšších teplotách dochází ke zkrácení doby zpracovatelnosti. K dosažení delší doby zpracovatelnosti za vyšších teplot, míchejte menší množství materiálu nebo ochlaďte jednotlivé komponenty před mícháním. (ne méně než +5°C).

Platnost hodnot

Hodnoty a data uvedená v tomto technickém listu jsou založena na výsledcích laboratorních testů. Tyto hodnoty se mohou při aplikaci v praxi lišit, což je mimo naši kontrolu.

Detailní informace o zdravotní závadnosti a bezpečnosti práce jsou spolu s bezpečnostními informacemi (např. fyzikálními, toxikologickými a ekologickými daty) uvedeny v bezpečnostním listu.

Aktuální technické a bezpečnostní listy, Prohlášení o shodě, Certifikáty najdete na internetové adrese www.sika.cz.

Bezpečnostní předpisy

Ochranná opatření

- Při zpracování je nutné dodržovat bezpečnostní pokyny, platné předpisy příslušných úřadů o ochraně zdraví při práci.
- Při aplikaci používejte ochranný oděv, brýle a rukavice.
- Podrobnější údaje týkající se hygieny a bezpečnosti práce, ochrany životního prostředí jsou uvedeny v Bezpečnostním listu.
- Odstraňování odpadu
- Odpad dle zákona č. 185/2001 Sb. O odpadech.
- Odpad odvézt na skládku stavebního odpadu nebo předat odborné firmě k likvidaci. Fólie je možné recyklovat.

Místní omezení

V závislosti na specifických místních omezeních se mohou výsledné vlastnosti tohoto výrobku v různých zemích lišit. Vždy se řiďte informacemi uvedenými v platném Technickém listu.

Sikadur®-31 CF Rapid

Právní dodatek

Uvedené informace, zvlášť rady pro zpracování a použití našich výrobků, jsou založeny na našich znalostech z oblasti vývoje chemických produktů a dlouholetých zkušenostech s aplikacemi v praxi při standardních podmínkách a řádném skladování a používání. Vzhledem k rozdílným podmínkám při zpracování a dalším vnějším vlivům, k četnosti výrobků, různému charakteru a úpravě podkladů, nemusí být postup na základě uvedených informací, ani jiných psaných či ústních doporučení, vždy zárukou uspokojivého pracovního výsledku. Veliká doporučení firmy Sika CZ, s.r.o. jsou nezávazná. Aplikátor musí prokázat, že předal písemně včas a úplné informace, které jsou nezbytné k řádnému a úspěšnému použití posouzení firmou Sika. Aplikátor musí předložit výrobky, zda jsou vhodné pro plánovaný účel aplikace. Především musí být zohledněna majetková práva třetí strany. Všechny námi přijaté objednávky podléhají našim aktuálním, všeobecným obchodním a dodacím podmínkám*. Ujistěte se prosím vždy, že postupujete podle nejnovějšího vydání technického listu výrobku. Ten je spolu s dalšími informacemi k dispozici na našem technickém oddělení nebo na www.sika.cz.

CE značení

CE	
0921	
Sika Schweiz AG Tueschenweg 16-22 CH - 8048 Zuerich 1001	
08	
0921-CPD-2054	
EN 1504-4	
Výrobky pro konstrukční lepení externích přílozek na povrch betonové konstrukce za účelem zesílení.	
Soudržnost:	vyhovuje, porušení v betonu
Pevnost v šikmém smyku:	50* $\geq 50 \text{ N/mm}^2$
	60* $\geq 60 \text{ N/mm}^2$
	70* $\geq 70 \text{ N/mm}^2$
Pevnost ve smyku:	$\geq 12 \text{ N/mm}^2$
Pevnost v tlaku:	$\geq 30 \text{ N/mm}^2$
Smrštění / roztažnost:	$\leq 0,1\%$
Doba zpracovatelnosti:	30 min. při $+20^\circ\text{C}$
Čistivost na vodu:	vyhovuje
Modul pružnosti v tlaku:	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
Koeficient teplotní roztažnosti:	$\leq 100 \cdot 10^{-6}$
Teplota skelného přechodu:	$\geq 40^\circ\text{C}$
Reakce na oheň:	Evropská třída E
Trvanlivost:	vyhovuje
Uvolňování nebezpečných látek: (vyhovuje 5.4)	vyhovuje

Sikadur[®]-31 CP Rapid

Príloha č. 2: Technický list sanačnej hmoty Emaco Nanocrete R4



EMACO® NANOCRETE R4

Vysokopevnostná, zmršťovacia kompenzujúca a vláknami vystužená malta na štruktúrne opravy betónových konštrukcií

Popis výrobku

Emaco® Nanocrete R4 je jednozložková, vysokopevnostná, zmršťovacia kompenzujúca opravná malta s vysokým modulom pružnosti na štruktúrne opravy betónu. Splňa požiadavky triedy R4 novej európskej normy EN 1504, časť 3.

Emaco® Nanocrete R4 je hotová, naliešateľná suchá malta na báze portlandského cementu, optimálne zostavených kremičitých pieskov, špeciálnych polymérových vlákien a vybraných aditív, predovšetkým za účelom minimalizácie tvorby trhlin a zmršťovania.

Zmiešaním s vodou vzniká tixotropná, vysoko odolná malta, ktorú je možné jednoducho aplikovať manuálne aj strojom.

Rozsah použitia

Malta Emaco® Nanocrete R4 je vhodná na štruktúrne opravy betónu, napr.:

- všetkých typov pilierov a nosníkov mostov
- chladiacich veží, komínov a iných továrenských objektov
- tunelov na úpravu vody a v čistiarňach odpadových vôd, kanálov, potrubí a iných podzemných konštrukcií
- stavieb v blízkosti mora alebo vodného hospodárstva

EMACO® Nanocrete R4 je možné použiť vnútri aj vonku, vertikálne, horizontálne ako aj na strop, tak v suchom, ako aj vlhkom prostredí.

Špecifické vlastnosti výrobku

- využitie nanotechnológie, nová kompenzácia zmršťovania a vystuženie vláknami minimalizujú sklon k tvorbe trhlin
- optimalizovaná tixotropia umožňuje hrúbky vrstvy až do 50 mm bez dodatočnej vystuže
- vysoká počiatočná a konečná pevnosť
- vynikajúca spracovateľnosť pri striekaní mokrym spôsobom a stierkovaní
- vysoký modul pružnosti a vysoké adhézne pevnosti v ťahu zaručujú vynikajúcu dynamickú stabilitu
- odolný proti obrusovaniu a stamutiu
- vysoká odolnosť proti mrazu a posypovým soľam
- vysoká odolnosť proti karbonatizácii
- sirovanodermý
- prakticky nepriepustný voči vode a chloridom
- nízky obsah chrómu (Cr[VI] < 2 ppm)
- bez obsahu chloridov

CE	
0740	
BASF Belgium Coordination Center Comm. V. Business Belux - Construction Chemicals Nijverheidsweg 80, B-3945 Ham	
06	
BE0032/01	
EN 1504-3 Cementová opravná malta na opravy betónových konštrukcií s nosnou funkciou CC malta (na báze hydraulického cementu)	
EN 1504-3 Zásady 3.1 / 3.2 / 3.3 / 4.4 / 7.1 / 7.2	
Pevnosť v ťahu	trieda R4
Obsah iónov chloridu	≤ 0,05 %
Prídržnosť	≥ 2,0 MPa
Odolnosť proti karbonatizácii	Splňa
Modul pružnosti	≥ 25 GPa
Teplotná kompatibilita	
- zmršťovací cyklus	≥ 2,0 MPa
- tepelný cyklus	≥ 2,0 MPa
- tepelný cyklus	≥ 2,0 MPa
Kapilárna nasiakavosť	≤ 0,5 kg.m ⁻² .h ^{-0,5}
Reakcia na oheň (MFA Dresden)	A1
Nebezpečná látka	Splňa 5.4

Spracovanie

(a) Priprava podkladu: betón
Podklad musí byť čistý, pevný a únosný (adhézna pevnosť v ťahu minimálne 1,5 N/mm²).
Extrémne hutné, hladké podklady a neúnosné vrstvy (napr. znečistenia, staré nátery, ochrana proti vyparovaniu, hydrofobizačný prostriedok alebo cementové mlieko) ako aj poškodené betónové povrchy sa musia vhodným spôsobom očistiť (napr. opískovaním alebo otryskaním prúdom vody).
Podklad by mal byť drsný, t. zn. kamenivo musí byť jasne viditeľné.
Opravené miesta celoplošne určiť zrezaním do hĺbky minimálne 5 mm.



Technické údaje*

Vlastnosť	Norma	Hodnota	Jednotka
Vzhľad	-	šedý, práškový	
Maximálne zmo	-	1,5	mm
Hrúbka vrstvy minimálna maximálna	-	5 50	mm mm
Hustota čerstvej malty	-	cca 2,2	g/cm³
Zámesová voda na 25 kg vreca	-	cca 3,8 – 4,2	l
Čas spracovateľnosti*	-	45 - 60	min.
Teplota pri spracovaní (podklad a okolie)	-	medzi +5 a +30	°C
Pevnosť v tlaku - po 1 dni - po 7 dňoch - po 28 dňoch	EN 12190	≥ 18 ≥ 40 ≥ 60	N/mm² N/mm² N/mm²
Modul pružnosti (28 dní)	prEN13412	≥ 20 000	N/mm²
Adhézna pevnosť v tahu (28 dní)	EN 1542	≥ 2	N/mm²
Adhézna pevnosť po vystavení vplyvu mrazu a posypovej soli (50 cyklov)	EN 13667-1	≥ 2	N/mm²
Adhézna pevnosť po simulácii búrkového dažďa (50 cyklov)	EN 13667-2	≥ 2	N/mm²
Adhézna pevnosť po vystavení vplyvu zmien teploty za sucha (50 cyklov)	EN 13667-4	≥ 2	N/mm²
Odolnosť proti karbonatizácii	prEN 13295	≤ referenčný betón	mm (hlbka)
Kapilárna nasiakavosť	EN 13067	≤ 0,5	kg/m²h0,5
Sklon k tvorbe trhlín (I)	Coutinho-Typ Ring	bez trhlín	po 180 dňoch
Sklon k tvorbe trhlín (II)	Schwindbalken podľa TL BE-PCC (ZTV-SIB 90)	bez trhlín	po 180 dňoch

* Pri 20 °C ± 2 °C a 60 % ± 10 % relatívnej vlhkosti vzduchu. Výsledky sa týkajú skutočnej, nelišiac sa oproti predchádzajúcim údajom.

Dané technické údaje sú štatistické hodnoty a nie garantované minimálne hodnoty! 50 možných dovolených odchýlok v rámci uvedených noriem.

(b) Príprava podkladu: oceľová výstuž

Všetky prejavy korózie je potrebné odstrániť z betónového podkladu a celého povrchu vystužovacej ocele pieskovaním (stupeň čistoty: Sa 2 podľa ISO 8501-1 / ISO 12944-4).

Nanesenie ochranného antikorózneho náteru: EMACO® Nanocrete AP® je potrebné len pri silnom zatažení chloridmi alebo nedostatočnom prekrytí výstuže (< 5 mm).

*Podrobnosti je možné získať z príslušného technického listu.

(c) Základný náter betónu

Nanesenie adhézne suspenzie pri použití Emaco®

Nanocrete R4 obvykle nie je potrebné.

Prípravený podklad pokiaľ možno 24 hodín, avšak minimálne 2 hodiny pred nanášaním malty dostatočne navlhčiť a udržiavať vlhký. Povrch by mal byť mierne vlhký, je potrebné zabrániť tvorbe kaluží.

(d) Miešanie:

Emaco® Nanocrete R4 miešať miešačkou s núteným miešaním alebo – pri menších množstvách – vhodným miešadlom, použitým ako nadstavce na výkonnú vrtáčku cca 3 minúty, až pokým sa nedosiahne homogénna tuhoplastická hmota bez hrudiek. Miešať len celé balenie!

Malta nechť zrieť cca 3 minúty a potom ešte raz krátko premiešať. Prípadne ešte pridať vodu, aby sa

dosiahla požadovaná konzistencia. Neprekračovať však pritom maximálne množstvo vody!

Množstvo zámesovej vody: cca 3,8 – 4,2 l na 25 kg vreca (podľa požadovanej konzistencie).

(e) Nanášanie malty:

Teplota podkladu a okolia počas spracovania a v priebehu nasledujúcich 24 hodín: minimálne +5°C a maximálne +30°C!

Aplikácia striekaním:

Najskôr nastriekať na prípravený a mierne vlhký podklad tenkú kontaktnú vrstvu a hneď potom naniesť vrstvu v požadovanej hrúbke.

Manuálne spracovanie:

Najskôr naniesť z namiešanej malty na prípravený a mierne vlhký podklad škrabajú stierku.

V prípade veľmi drsného alebo nepravidelného podkladu by sa mala namiesto škrabanej stierky naniesť adhézna suspenzia z. z. Emaco® Nanocrete R4. Túto adhéznú suspenziu vyrobiť jednoducho pridaním trochu vody k namiešanej malte, aby sa dosiahla naterateľná konzistencia. Nasledujúci náter vykonať potom čerstvú do čerstvého.

Pripustné hrúbky vrstvy: 5 – 50 mm na jeden náter (väčšie hrúbky vrstvy sú prípustné pre menšie plochy ako aj po pripojení dodatočnej výstuže). Akonáhle malta stuhne, je možné začať s zahladením povrchu na vytvorenie finálnej úpravy konštrukcie (napr. s drevenou alebo plastovou doskou).

Cistenie náradia

Náradie očistiť vodou hneď po použití, vo vytvrdnutom stave je možné len mechanické oškrabanie.

Ošetrovanie

Na ošetrovanie sa odporúčajú napr. nasledujúce opatrenia:

- nastriekať ochranu proti odparovaniu napr. výrobok radu MASTERKURE®
- položiť vlhké/mokrú jutovú pokrývku
- položiť fóliu

Ohľadom ďalších informácií obráťte sa na pracovníkov Technickej podpory.

Spotreba

Oca 2,2 kg čerstvej malty na m² a mm hrúbky vrstvy (cca 2 kg prášku na m² a mm hrúbky vrstvy). 25 kg vreca Emaco® Nanocrete R4 dáva po namiešaní cca 11 l čerstvej malty. Tieto hodnoty sú približné a slúžia len na orientáciu. Presná spotreba závisí od rôznych faktorov a je možné ju určiť len skúšobnou aplikáciou.

Balenie

Emaco® Nanocrete R4 je možné dostať výhradne v 25 kg vreciach.

Skladovateľnosť a skladovanie

12 mesiacov v neotvorených, nepoškodených originálnych obaloch; skladovať v chlade a suchu.

Dôležité upozornenia

- EMACO® Nanocrete R4 nespracovávať pri teplotách pod +5 °C alebo nad +30 °C.
- Nepoužívať poškodené/otvorené balenia
- Nepridávať cement, piesok ani iné prísady ovplyvňujúce vlastnosti!
- Už nanášanú maltu neriediť vodou ani nepridávať EMACO® Nanocrete R4.
- Ohľadom ďalších informácií obráťte sa na Technicko-poradenský servis.

Bezpečnostné pokyny

Pri použití Emaco® Nanocrete R4 je potrebné dodržiavať známe bezpečnostné opatrenia, ktoré platia pri práci s chemickými produktami, napr. počas spracovania sa nesmie jesť, piť, ani fajčiť. Po skončení práce alebo pri jej prerušení je bezpodmienečne nutné dôkladne si umyť ruky. Emaco® Nanocrete R4 obsahuje cement. Cement reaguje s vlhkosťou alebo zámesovou vodou alkalicky; preto môže dôjsť k podráždeniu pokožky a/alebo poleptaniu slizníc (napr. očí). Kvôli riziku vážneho poškodenia očí sa vyhňte kontaktu materiálu s očami a dlhotrvajúcemu kontaktu s pokožkou. V prípade zasiahnutia očí ihneď vypláchnite vodou a vyhľadajte lekársku pomoc. V prípade styku s pokožkou ihneď vyzlečte kontaminované oblečenie a umyte pokožku množstvom mydla a vody. Používajte vhodné ochranné rukavice (napr. nitrilom napustené bavlnené rukavice). Pri požití okamžite vyhľadajte lekársku pomoc a ukážte balenie výrobku alebo tento technický list. Držte mimo dosahu detí. Ďalšie informácie, najmä aj ohľadne prepravy výrobku je možné nájsť v karte bezpečnostných údajov.

Likvidácia odpadu

Všetky informácie o likvidácii prázdnych obalov a ich zvyškov sú uvedené v karte bezpečnostných údajov. Zodpovednosť za správne zneškodnenie nesie koncový užívateľ výrobku.

Technická podpora

Príslušný technický pracovník firmy BASF Slovensko spol. s r. o. je Vám s ďalšími informáciami a technickou podporou rád k dispozícii.

BASF Slovensko spol. s r.o.

Divisia Stavebné hmoty, Žilina
T: 041/75 514 83, E: 0910 895 918
F: 041/72 348 92
E-mail: info.sk@basf.com
Zákaznícky servis:
T: 041/72 348 91
F: 041/72 348 92
E-mail: objednavky.sk@basf.com
Internet: www.basf-sk.sk
www.fasadnastudio.sk

Technicko - poradenský servis

T: 0916 608 609 Bratislava, Malacky, Púchov, Senec
T: 0916 598 598 Trnava, Dunajská Streda, Galanta, Hlohovec, Myjava, Piešťany, Senica, Šalica
T: 0916 446 425 Trenčín, Bánovce nad Bebravou, Bera, Nová Mesto nad Váhom, Partizánske, Piešťany, Považská Bystrica, Prievidza, Púchov
T: 0903 776 400 Žilina, Býštva, Čadca, Dolný Kubín, Liptovský Mikuláš, Mierka, Námestovo, Ružomberok, Turčianske Teplice, Tvrdošín
T: 0905 055 305 Bardejov, Bytča, Červená Skvica, Gruzno, Detva, Kúptina, Lučenec, Poltár, Rimavská Sobota, Revúca, Zvolen, Zámok, Žiar nad Hronom, Ábra, Komárno, Levice, Nová Zámka, Šaľa, Topoľčany, Zlatá Moravica
T: 0916 988 688 Košice, Gelnica, Michalovca, Páňava, Sobrance, Spišská Nová Ves, Trebišov, Vranov nad Topľou, Prešov, Sereď, Humenné, Vrátna, Lúča, Medveďov, Púchov, Čadca, Senica, Šalica, Lučenec, Gelnica, Zvolen

Pracovníci podnikov a autorizovaní predstavitelia súhlasní rozdávajú V našich predajných miestach sú usadení len kvalifikovaní pracovníci, ktorí sú zodpovední za súborom produktov. Správne a efektívne použitie produktov môže byť ovplyvnené uklad. Pri nevhodných postupoch je potrebné vyhľadať našu pomoc a poradenstvo a doplnenie súvyslední vzhľad produktov a ich vlastností. Rada málo účinnosti a vzhľadu produktov. Novým vydáním nářadí stáré přetiskovat.

Vydání: Júl 2012

Novým vydáním nářadí stáré přetiskovat.

Príloha č. 3: Technický list lepidla Mamut Glue Total



Den Braven Czech and Slovak a.s.

Technický list 04.39 MAMUT GLUE TOTAL

Výrobek Je vysoce kvalitní, profesionální a univerzální lepidlo na bázi MS polymerů, které vykazuje extrémně vysokou pevnost v tahu a vysokou konečnou přilnavost. Vytvrzuje vulkanizací vzdušné vlhkosti, vytváří vysokopevnostní, elastický spoj.

Vlastnosti

- ☑ Lepení a těsnění ve vnitřním a vnějším prostředí budov;
- ☑ Velmi dobrá přilnavost k podkladu bez použití primeru i na vlhké povrchy;
- ☑ Vysoká počáteční přilnavost, lepení lehkých stavebních materiálů bez nutnosti fixace;
- ☑ Extrémně vysoká konečná pevnost v tahu až 50 kg/cm²;
- ☑ Rychlé vytvrzení, bez zápachu a smrtění při vulkanizaci;
- ☑ Bez obsahu izokyanátů, rozpouštědel, ftalátů a silikonu;
- ☑ Nepůsobí korozivně na kovy;
- ☑ Trvale pružné, odolné UV záření, plísni a povětrnosti (voda, mráz, sníh);
- ☑ Absorbuje akustické a mechanické vibrace;
- ☑ Broustelný, po úplném vytvrzení přetřitelný disperzními barvami;

Použití

- Lepení konstrukčních vodotěsných spojů ve stavebním a strojním průmyslu;
- Univerzální lepidlo pro lepení mnoha stavebních materiálů, jako je nerez, ocel, hliník, eloxovaný hliník, zinek, různé slitiny, PU, ABS, PVC, PMMA, PC, EPS, XPS, PUR polyester, sklo, zrcadlo, beton, přírodní kámen, sádra, smalt, keramika často bez použití primeru;
- Lepení konstrukčních dílů automobilů, přívěsů, autobusů, karavanů, osobních vagonů, lodí, fasád, nábytku;
- Univerzální lepidlo a tmel pro všechny připojovací spáry, trhliny a nerovnosti ve stavebnictví a průmyslu na údržbu, renovaci, opravy, výstavbu, instalaci a montáž.

Balení Kartuše po 290 ml
Barva Bílá

Technické údaje

Základ	-	MS polymer
Konzistence	-	tlaxotropní pasta
Hustota	g/ml	1,40
Tepelná odolnost	°C	-40 / +90 (po vytvrzení)
Tepelná odolnost	°C	-15 (při přepravě)
Aplikační teplota	°C	+5 / +40
Doba vytvoření povrch. slupky	min	≈ 5 - 10
Rychlost vytvrzení	mm	2 - 3 (za 24h / při 23°C / 55% rel. vlhk.)
Stěkovost	mm	< 2 (dle ISO 7390)
Dilatační schopnost	%	± 25
Tažnost	%	400
Modul 100%	MPa	2,4 (N/mm ²)
Pevnost v tahu	MPa	5,0 (N/mm ²) (dle DIN 53 504)
Tvrdost dle Shore A(3s)	°	70 ± 3 (dle DIN 53 505)
Skladovatelnost	měsíce	12 (při teplotách od +5°C < +25°C)

Omezení Mimo jiné není vhodné pro trvalé použití pod vodou, dále se nedoporučuje na PE, PP, PVB, Teflon, voskované podklady, neopren, asfalt a živé podklady a sklené izolace.

Údaje o zápisu do CR: Zapsáno KS Ostrava, oddíl B, vložka 2951

Den Braven Czech and Slovak a.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 363, tel.: 554 648 200, fax: 554 648 205, Česká republika

Bankovní spojení: KB Krnov, č. ú. 19 - 0848810297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 26872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz



Technický list 04.39 MAMUT GLUE TOTAL

Podklad	Podklad musí být čistý, suchý, pevný, bez volných částic prachu, mastnot a oleje.
Pokyny	Nasaďte aplikační špičku a seřízněte na požadovanou šířku. Nanásejte na jednu stranu lepeného spoje. Aplikujte přiměřené množství vzhledem k hmotnosti a velikosti lepeného předmětu. U velkých ploch se doporučuje seříznout špičku do tvaru „V“ pro zvýšení účinku stykových ploch. Lepené plochy k sobě přiložte a přitlačte s mírným posunutím do 10 minut. <i>Pozn.: Při aplikaci přes speciálně upravenou špičku, je možné z jednoho balení vytlačit okolo 4 tm.</i>
Upozornění	Před vytvrzením (2-3mm / 24hodin při 23°C) nezatěžujte lepený spoj vnějšími silami.
Čištění	Materiál: ihned technickým benzínem. Ruce: voda a mydlo, reparační krém na ruce.
Bezpečnost	Viz «Bezpečnostní list 04.39».
Aktualizace	Aktualizováno dne: Vytvořeno dne: 05.01.2012

Výrobek je v záruční době konformní se specifikací. Uvedené informace a poskytnuté údaje spočívají na našich vlastních zkušenostech, výzkumu a objektivním testování a předpokládáme, že jsou spolehlivé a přesné. Přesto firma nemůže znát nejrůznější použití, kde a za jakých podmínek bude výrobek aplikován, ani použité metody aplikace, proto neposkytuje za žádných okolností záruku nad rámec uvedených informací, co se týče vhodnosti výrobků pro určitá použití ani na postupy použití. Výše uvedené údaje jsou všeobecné povahy. Každý uživatel je povinen se přesvědčit o vhodnosti použití vlastními zkouškami. Pro další informace prosím kontaktujte naše technické oddělení.

Údaje o zápisu do CR: Zapsáno KS Ostrava, oddíl B, vložka 2951

Den Braven Czech and Slovak a.s.

Adresa: 793 91 Úvalno 363, tel.: 554 848 200, fax: 554 848 205, Česká republika

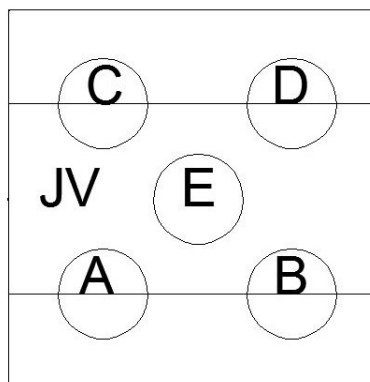
Bankovní spojení: KB Křov. č. ú. 19 - 0848810297 / 0100

info@denbraven.cz

IČO: 26872072, DIČ: CZ26872072

www.denbraven.cz

Príloha č.4: Namerané hodnoty z ultrazvukovej impulzovej metódy



Obrázok s naznačenými meranými miestami, JV - jadrový vývrt

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA								
STAVEBNÁ FAKULTA								
LABORATÓRIUM STAVEBNÝCH HMOT								
Protokol o skúške ultrazvukovej impulzovej metóde								
Výsledky laboratórnej skúšky								
	Vzorka	Meraná veličina	A	B	C	D	E	Ø
1.	SBM	t [µs]	34,7	34,1	34,4	34,4	37,5	35,02
		v [m/s]	4 320	4 400	4 360	4 360	4 000	4 288
	BM	t [µs]	34,2	35,8	35,9	35,3	36,4	35,52
		v [m/s]	4 390	4 190	4 180	4 250	4 120	4 226
	SBV	t [µs]	35,6	35,4	36,7	35,4	38,2	36,26
		v [m/s]	4 210	4 240	4 090	4 240	3 930	4 142
	BV	t [µs]	35,6	36,1	35,1	36,9	38	36,34
		v [m/s]	4 210	4 160	4 270	4 070	3 950	4 132
	R	t [µs]	33,9	34,1	33,5	33,9	34	33,88
		v [m/s]	4 430	4 400	4 480	4 430	4 410	4 430

VYSOKÁ ŠKOLA BAŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA								
STAVEBNÁ FAKULTA								
LABORATÓRIUM STAVEBNÝCH HMOT								
Protokol o skúške ultrazvukovej impulzovej metóde								
Výsledky laboratórnej skúšky								
	Vzorka	Meraná veličina	A	B	C	D	E	Ø
2.	SBM	t [µs]	35,6	36,4	36,1	35,6	38,5	36,44
		v [m/s]	4 210	4 120	4 160	4 210	3 900	4 120
	BM	t [µs]	35,3	34,8	36,3	35,8	42,1	36,86
		v [m/s]	4 250	4 310	4 130	4 190	3 550	4 086
	SBV	t [µs]	35,5	35,6	35,6	36,7	38,4	36,36
		v [m/s]	4 230	4 210	4 210	4 090	3 910	4 130
	BV	t [µs]	36,6	36	36,4	35,8	41,1	37,18
		v [m/s]	4 100	4 170	4 120	4 190	3 650	4 046
	R	t [µs]	35	34,5	34,3	34,2	34,5	34,5
		v [m/s]	4 290	4 350	4 370	4 390	4 350	4 350
3.	SBM	t [µs]	37,1	39,4	36,8	38,2	43,3	38,96
		v [m/s]	4 040	3 810	4 080	3 930	3 460	3 864
	BM	t [µs]	34,5	35,3	35,2	35	35,5	35,1
		v [m/s]	4 350	4 250	4 260	4 290	4 230	4 276
	SBV	t [µs]	35,5	35,6	35,3	35,4	36	35,56
		v [m/s]	4 230	4 210	4 250	4 240	4 170	4 220
	BV	t [µs]	34,6	35,4	35,5	34,3	37,5	35,46
		v [m/s]	4 340	4 240	4 230	4 370	4 000	4 236
	R	t [µs]	34,3	34,5	33,5	34,4	34	34,14
		v [m/s]	4 370	4 350	4 480	4 360	4 410	4 394